Bibl.
N.1x.d
18
38822/A 195

LEÇONS
DE PHYSIQUE
EXPERIMENTALE.

TOME PREMIER.

LEÇONS
DE PHYSIQUE
EXPÉRIMENTALE.

TOME PREMIER.

55151

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre, & à la nouvelle Ecole d'Artillerie de la Fere.

TOME PREMIER.

SIXIEME ÉDITION.

A PARIS,

Du Fonds de H. L. GUERIN & L. F. DELATOUR;

Chez DURAND, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sageſſe.

M. DCC. LXVII.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

A

MONSEIGNEUR LE DAUPHIN.

MONSEIGNEUR;

Ayant conçu le dessein d'écrire & de donner au Public les Leçons de Physique expérimentale que je fais de vive voix depuis plusieurs

années, pourrois-je les lui offrir dans une circonſtance plus heureuſe que celle où Vous voulez bien les honorer de votre préſence & de votre attention? En mettant au jour cet Ouvrage, je ſuis diſpenſé maintenant de vanter l'utilité de ſon objet, & d'en faire connoître la dignité; l'une & l'autre ſont prouvées, dès que cet objet eſt de votre goût, & qu'il a été approuvé par le ſage Conſeil qui régle vos études: un tel exemple apprendroit, ſi l'on ne le ſçavoit pas, que la connoiſſance des effets naturels convient à tous les états; on pourroit en conclure auſſi qu'elle convient à tous les âges, ſi vous n'aviez fait que des progrès ordinaires dans les autres ſciences, & ſi l'on ignoroit les preuves que

vous avez données d'un génie prématuré.

Depuis dix ans que je travaille à former & à perfectionner une Ecole de Physique, ce qui a le plus animé & soutenu mon zèle dans cette laborieuse entreprise, c'est, MONSEIGNEUR, de m'être flatté que je pourrois un jour vous en offrir les fruits; je touche enfin au terme de mes désirs & de mes espérances; vos ordres m'appellent. *

Le Public qui apprendra mon bonheur par cette Epître, verra sans doute avec plaisir, qu'en faisant usage de mes foibles talens, vous honorez de vos regards

*La premiere édition de cet Ouvrage fut faite en 1743. lorsque l'Auteur fut appellé à la Cour pour donner des Leçons de Physique à Monsieur le Dauphin.

& de vos faveurs un établiſſement auquel il a bien voulu applaudir ; & tout le monde ſentira comme moi-même, combien je ſuis heureux d'avoir une occaſion ſi favorable d'exercer mon zèle, & de donner un témoignage public de l'attachement inviolable & du profond reſpect avec leſquels je dois & je veux être toute ma vie,

MONSEIGNEUR,

Votre très-humble, très-obéiſſant, & très-fidéle Serviteur
J. A NOLLET.

PREFACE.

UNE ſcience qui n'embraſſe que des queſtions frivoles, ou qui ne termine celles qui paroiſſent être de quelque importance que par des probabilités & en s'appuyant ſur des hypothèſes, n'intéreſſe ordinairement qu'un petit nombre d'eſprits ; il eſt rare qu'on y prenne goût, & le tems ne peut guère en étendre les limites, s'il n'en réforme l'objet ; parce que le déſir de ſçavoir, qui naît avec nous, & qui peut ſeul exciter notre attention, nous porte naturellement vers le vrai, & ne peut nous y fixer que quand nous y prenons quelque intérêt.

L'hiſtoire de la Phyſique, ſi l'on ſe rappelle les révolutions qu'elle a éprouvées, eſt très-capable de juſtifier cette réflexion.

Pendant près de vingt ſiécles, cette ſcience n'a été preſque autre choſe qu'un vain aſſemblage de ſyſtêmes appuyés les uns ſur les autres, & aſſez ſouvent oppoſés entre eux. Chaque Philoſophe ſe croyant en droit d'élever un pareil édifice à ſa mémoire, s'eſt efforcé de l'établir ſur les ruines de ceux qui l'avoient précédé; de tems en tems l'on a vû qu'une vraiſemblance en effaçoit cent autres.

Ces exemples tant de fois renouvellés, ne devoient pas donner beaucoup de crédit aux opinions philoſophiques; l'effet le plus naturel qu'on devoit en at-

tendre, & qu'ils ont eu, c'étoit de tenir les hommes dans la défiance sur la doctrine des Physiciens: & l'on ne doit pas être surpris que leur curiosité n'ait été que médiocrement piquée par des connoissances où ils voyoient régner tant d'incertitudes. L'obscurité du langage a dû les rebuter encore plus. Dans ces tems de barbarie, comme si les sciences rougissant de leur état, n'eussent osé se montrer à découvert, ceux qui faisoient profession de les posséder, affectoient des expressions qui n'offroient que des idées confuses, & dont la plûpart étoient absolument inintelligibles pour quiconque n'étoit pas encore convenu de s'en contenter. On donnoit pour des explications certains mots vuides de

ſens, qui s'étoient introduits ſous les auſpices de quelque nom célébre, & qu'une docilité mal entendue avoit fait recevoir, mais dont un eſprit raiſonnable ne pouvoit tirer aucune lumiére.

Enfin la Phyſique ſi mal cultivée juſqu'alors, & ſi peu connue, parut au grand jour, & ſe fit goûter lorſqu'elle offrit des découvertes utiles, des vérités évidentes, lorſqu'elle put ſe faire honneur d'être entendue de tout le monde. Deſcartes, ſon premier réformateur, après l'avoir tirée de l'obſcurité des Ecoles, où elle avoit vieilli ſous l'autorité d'Ariſtote, ne lui laiſſa, pour ainſi dire, que le nom qu'elle avoit coutume de porter, & la rendit telle que les Ecoles réformées elles-mêmes peu à peu, ont adopté

depuis ce qu'elle a reçu de nouveau, & l'enseignent présentement en termes intelligibles.

Cette réforme porta principalement sur la maniére d'étudier la Nature. Au lieu de la deviner, comme on prétendoit l'avoir fait jusqu'alors, en lui prêtant autant d'intentions & de vertus particuliéres, qu'il se présentoit de phénoménes à expliquer ; on prit le parti de l'interroger par l'expérience, d'étudier son secret par des observations assidues & bien méditées, & l'on se fit une loi de n'admettre au rang des connoissances, que ce qui paroîtroit évidemment vrai. La nouvelle méthode fit de véritables Sçavans ; & leurs découvertes excitant de toutes parts l'attention & la curiosité, on vit naître des amateurs

de tout ſexe & de toute condition.

Le goût de la Phyſique devenu preſque général, fit ſouhaiter qu'on en mît les principes à la portée de tout le monde. Bientôt on vit paroître en différentes Langues des Traités élémentaires, qui remplirent à cet égard les déſirs du Public. Mais la ſcience dont ils traitent, ſe perfectionne tous les jours; les découvertes ſe multiplient, les erreurs ſe corrigent, les doutes s'éclairciſſent: les mêmes motifs qui ont fait écrire ces élémens, doivent porter à les renouveller de tems en tems, pour y faire entrer les augmentations, les corrections, les éclairciſſemens qui intéreſſent néceſſairement ceux qu'une louable curioſité rend attentifs aux pro-

grès de cette ſcience. D'ailleurs il eſt à propos que ces ſortes d'ouvrages ſoient proportionnés au génie & à la portée des perſonnes à qui on les deſtine : j'en connois d'excellens en ce genre qui réuſſiſſent en Angleterre, en Hollande, en Allemagne, & qui, s'ils étoient traduits dans notre Langue, n'auroient peut-être pas un auſſi grand nombre de Lecteurs en France, parce que les principes y ſont ſerrés, & qu'il faut, pour les entendre, une attention trop ſuivie de la part de ceux qui ne voudroient que s'amuſer utilement ; & parce qu'on y a employé plus de géométrie que les gens du monde n'en ſçavent communément.

Il y a environ cinq ans, que publiant le Programme de mon

Cours de Phyſique expérimentale, je rendis compte de la maniére dont j'avois formé cet établiſſement, & des progrès qu'il avoit faits depuis ſa naiſſance. J'offris alors ce petit volume au Public, comme une Table * des matiéres que je me propoſois de raſſembler dans un Ouvrage plus conſidérable, pour lui être préſenté, s'il continuoit de m'accorder ſes ſuffrages, & ſi j'avois lieu de me flatter que mes leçons fuſſent encore de ſon goût. Cette condition a été remplie au-delà de mes vœux: lorſque je la fis, c'étoit un motif, & en même tems une régle que je preſcrivois à mon zèle; mais je ne regardois alors qu'autour de moi; attentif au ju-

* Programme, ou idée générale d'un Cours de Phyſique, *dans la Préf.* p. xxxiii.

gement qu'on porteroit de mes efforts & de leurs succès, je n'étendois pas mes vûes plus loin que l'enceinte de Paris. Je ne préſumois pas que mes foibles talens ſe feroient connoître au-delà des Alpes; * & que j'aurois l'honneur de les aller exercer dans une Cour étrangère.

Je ne préſumois pas que mon Ecole ſeroit non-ſeulement applaudie, mais imitée dans nos Provinces ** par les Colléges,

* En 1739 je fus appellé à la Cour de Turin, où je reſtai plus de ſix mois pour donner des Leçons de Phyſique à S. A. R. Monſeigneur le Duc de Savoye. Après quoi le Roi de Sardaigne fit placer à l'Univerſité tous les inſtrumens que j'avois portés, afin que les Profeſſeurs puſſent s'en ſervir dans la ſuite pour cultiver & pour enſeigner la Phyſique par voie d'expérience.

** Depuis la publication de mon Programme, pluſieurs Colléges des Jéſuites, des PP. de l'Oratoire, de la Doctrine Chrétienne, & de Saint Lazare, ſe ſont mis dans l'uſage de repréſenter les preuves d'expérience dans

par les Universités, par les Académies même. Enfin je ne présumois pas que nos Princes honoreroient * mes Cours & de leur présence, & de leur attention ; qu'ils voudroient bien unir leur voix à celle du Public, & que l'épreuve qu'ils feroient de ma maniére d'enseigner, me vaudroit enfin l'honneur de travailler sous les yeux & pour l'utilité de

les exercices publics.

L'Université de Reims en use de même; & j'y ai envoyé une collection d'instrumens qui est déja très-considérable.

L'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Bordeaux, s'est aussi meublé depuis quelques années un beau Cabinet de Machines & d'Instrumens de Physique, dont elle m'a fait l'honneur de confier l'exécution à mes soins.

*En 1738. Monseigneur le Duc de Penthiévre voulut voir un de mes Cours de Physique, auquel S. A. S. assista avec beaucoup d'assiduité & d'attention; peu de tems après j'eus l'honneur d'en faire un à Versailles pour S. A. S. Monseigneur le Duc de Chartres, à la clôture de ses études.

Monſeigneur le Dauphin. Ce dernier avantage excitoit mon zéle ; mais je le déſirois plus alors que je n'oſois l'eſpérer.

Ces événemens que je ne rappelle point ici par un ſentiment de vanité, quoiqu'ils ſoient bien capables d'en inſpirer, m'aſſurent en quelque ſorte du ſuccès de mon entrepriſe, & de l'approbation que l'on veut bien lui continuer. C'eſt d'onc pour m'acquitter de la promeſſe que j'ai faite ſous cette condition, que je publie aujourd'hui cet Ouvrage. Je ne m'excuſerai pas d'en avoir différé cinq ans l'impreſſion ; ſi j'ai quelque reproche à craindre, c'eſt peut-être de l'avoir donné trop tôt ; car s'il eſt tel que je le ſouhaite, les perſonnes à qui je le deſtine, ne me ſçauront pas

mauvais gré d'y avoir employé tout le tems qu'il me falloit pour le rende digne d'elles.

Le titre de l'Ouvrage annonce ce qu'il eſt ; ce ſont mes Leçons telles que j'ai coutume de les faire depuis neuf ans, à des Compagnies qui s'aſſemblent pour les prendre en commun. Je ſuppoſe toujours que le plus grand nombre n'eſt pas en état d'entendre les expreſſions d'Algébre ou de Géométrie, & certains détails qui s'écartent trop des premiers principes ; je penſe auſſi que l'utilité qu'on en peut attendre, ne ſeroit point apperçue par ceux qui ne font que s'initier, ou qui ont réſolu de ne donner à cette étude que des momens de récréation, qui ne prennent rien ſur des occupations

plus

plus néceſſaires relativement à leur état ou à leur goût. C'eſt pourquoi, plus occupé du ſoin de me faire entendre, que du reproche qu'on me pourroit faire d'avoir abandonné le langage des Sciences dont il eſt aſſez ordinaire de ſe parer, je tâche de parler & d'écrire comme ont fait avant-moi quantité d'Auteurs reconnus pour bons, & dont les Ouvrages pour la plûpart peuvent être mis entre les mains de tout le monde.

Ce n'eſt pas que je n'eſtime, comme on le doit, ces façons de s'exprimer qui ſont certainement plus préciſes, plus abrégées, & qui mettent en état de ſuivre plus loin une grande partie des connoiſſances qui ſont l'objet de mes Leçons; je m'en ſers même fort utilement, lorſque je travaille en

particulier avec des perſonnes qui veulent faire une étude plus ſérieuſe de la Phyſique, & qui s'y ſont préparées par celle des Mathématiques; mais ayant égard au plus grand nombre de mes Lecteurs, je n'ai pas cru qu'il fût à propos de faire entrer dans le même Ouvrage ces calculs & ces détails, dont ils pourront abſolument ſe paſſer, & qui exigeroient d'eux plus d'efforts & d'application qu'on ne peut, ou qu'on ne doit en attendre; j'ai mieux aimé les réſerver pour des volumes ſéparés, que je pourrai donner dans la ſuite par forme de Supplémens, & ſous le titre d'*Annotations*.

Quoique je me ſois abſtenu d'employer aucune expreſſion d'Algébre, aucun ſigne de Géométrie, par ménagement pour le

Lecteur à qui ce langage ne seroit point assez familier ; je n'ai pourtant point porté ces sortes d'égards jusqu'à m'interdire l'usage des termes consacrés ; j'ai conformé ma diction à celle qui est généralement reçue, afin que la lecture de mon Ouvrage puisse servir d'introduction à celle des autres Livres de Physique ; mais j'ai eu soin de distinguer ces mots par le caractère italique, la prémiere fois qu'ils sont employés, de les définir & de les expliquer le plus nettement qu'il m'a été possible. Et pour ne point interrompre aussi le discours par des définitions trop fréquentes & qui seroient inutiles pour quantité de personnes, j'ai mis à la tête de ce premier Volume un petit Dictionnaire & une Planche où les Com-

mençans trouveront l'explication des termes qui se rencontrent fréquemment dans le cours de l'Ouvrage, & que j'ai supposé être connus du plus grand nombre.

Je ne me présente ici sous les auspices d'aucun Philosophe ; ce n'est ni la Physique de Descartes, ni celle de Newton, ni celle de Leibnitz, que je me suis prescrit de suivre particuliérement ; c'est, sans aucune préférence personnelle, & sans distinction de nom, celle qu'un accord général & des faits suffisamment constatés me paroissent avoir solidement établie. Pénétré de respect, & même de reconnoissance pour les grands hommes qui nous ont fait part de leurs pensées, & qui nous ont enrichis de leurs découvertes, de quelque Nation qu'ils soient, &

dans quelque tems qu'ils aient vécu, j'admire leur génie jusques dans leurs erreurs, & je me fais un devoir de leur rendre l'honneur qui leur est dû; mais je n'admets rien sur leur parole, s'il n'est frappé au coin de l'expérience ou démontré selon les régles: en matiére de Physique, on ne doit point être esclave de l'autorité; on devroit l'être encore moins de ses propres préjugés, reconnoître la vérité par-tout où elle se montre & ne point affecter d'être Newtonien à Paris, & Cartésien à Londres.

Pour me renfermer plus exactement dans les bornes de mon Titre, je me suis dispensé de rapporter les différens systêmes qui ont été proposés sur le méchanisme de l'Univers, & qui ont partagé les Philosophes tant anciens

que modernes. Quoiqu'on puiſſe abſolument ignorer tous ces efforts d'imagination, qui pour la plûpart, ne font point aſſez d'honneur à l'eſprit humain, & dont le plus beau ne peut paſſer que pour un ingénieux *peut-être*; cependant on ne peut guère ſe refuſer la connoiſſance de ceux qui ont eu le plus de crédit, & je rapporterois volontiers ici ce qu'ont penſé Deſcartes & Newton à cet égard, ſi je n'avois été prévenu par un Auteur, dont l'Ouvrage* eſt entre les mains de tout le monde, & qui a traité cette matiere avec le même agrément qu'on rencontre dans tous ſes écrits.

C'eſt encore pour ne point paſſer au-delà d'une Phyſique ſenſible & appuyée ſur des faits, que

* Hiſt. du Ciel, Liv. 2.

j'écarte soigneusement toutes les questions métaphysiques qui pourroient tenir en quelque sorte aux matiéres que j'ai à traiter : si l'on est curieux de suppléer à cette omission que j'ai faite à dessein, on pourra lire avec beaucoup de satisfaction les ouvrages du P. Malebranche, & sur-tout celui qui a pour titre, *la Recherche de la Vérité.*

J'ai suivi, en écrivant mes Leçons, la même méthode que j'ai coutume d'employer quand je les fais de vive voix. Je choisis dans chaque matiére ce qu'il y a de plus intéressant, de plus nouveau, & qui me paroît le plus propre à être prouvé par des experiences. J'explique, avec le plus de précision & de netteté qu'il m'est possible, l'état de la question ; j'en rappelle l'origine, & j'indique, autant que

je le sçais, les Auteurs qui passent pour l'avoir traitée avec le plus de succès : je la prouve ensuite par des opérations dont je fais connoître le méchanisme, ayant soin d'en écarter tout ce qui pourroit s'y mêler d'étranger, pour ne point partager l'attention. Enfin je raméne, soit à la question même, soit aux faits qui m'ont servi de preuves, tout ce qui peut y avoir rapport dans les Phénoménes de la nature, dans les procédés des Arts, dans les machines le plus en usage pour les commodités de la vie civile. C'est ainsi que j'en ai toujours usé depuis l'établissement de mes Cours ; & quoique j'aye étudié avec attention le goût du Public à cet égard, je n'ai rien apperçu qui pût me déterminer à changer cet ordre : j'ai

j'ai cru voir au contraire qu'il avoit tout l'effet que je m'étois proposé qu'il eût. Il m'a semblé que des principes assez souvent abstraits, & que l'on ne pourroit apprendre de suite sans une application laborieuse, s'insinuoient plus aisément dans l'esprit, lorsqu'ils étoient ainsi entrecoupés par des expériences intéressantes, qui obligent d'en reconnoître & la verité & l'utilité.

Dans la distribution des Matiéres qu'on doit regarder comme le fond de cet Ouvrage, je me suis attaché à rassembler, sous un même titre, celles qui sont nécessairement liées ensemble, & j'ai eu soin de faire précéder les propositions qui peuvent s'entendre plus facilement, & qui doivent servir comme de princi-

pes pour l'intelligence des autres; ainſi quoiqu'on puiſſe à la rigueur prendre chaque Leçon ſéparément, & que la plûpart ayent entr'elles une eſpece d'indépendance, je conſeillerai toujours au Lecteur qui voudra les ſuivre avec plus de facilité & de profit, de les voir dans l'ordre où elles ſont, parce qu'il trouvera dans les premieres des notions qui pourront l'aider pour la ſuite.

Les faits dont je me ſers pour prouver mes propoſitions, ne ſont pas toujours ni auſſi nombreux ni auſſi nouveaux qu'ils pourroient l'être. Ceux qui ont vû l'appareil de mes Inſtrumens, en aſſiſtant à mes Cours ſeront peut-être ſupris de ne retrouver dans les gravûres de cet Ouvrage, qu'une partie de ce qu'ils ont vû dans mes

cabinets ; il eſt juſte d'expoſer les motifs qui m'ont fait ſupprimer ce qu'on pourroit peut-être deſirer de plus, ſi j'annonçois ces volumes comme un recueil de mes Démonſtrations.

Depuis que j'enſeigne la Phyſique expérimentale, j'ai eu tout lieu de reconnoître que le moyen le plus sûr de captiver l'attention, & de faire naître promptement les idées, c'eſt de parler aux yeux par des opérations ſenſibles. En conſéquence de cette vérité, je me ſuis pourvû de certaines machines que j'ai imaginées pour faire entendre mes penſées aux perſonnes qui n'ont des Sciences qu'une teinture très-légere, & pour leur faire prendre plus facilement & en moins de temps certaines notions ſan leſquelles on

ne faiſiroit pas bien l'état d'une queſtion, ou les preuves qui en établiſſent la théorie. Mais comme ces moyens n'ont de force que dans l'uſage même qu'on en fait, & que les piéces qui les compoſent n'expriment rien, ſi elles ne ſont en jeu, il eût été inutile d'en donner la figure ou la deſcription; c'eût été multiplier, ſans aucun avantage, des planches qui ſont déja aſſez nombreuſes.

Une autre raiſon pour laquelle je me ſuis diſpenſé de repréſenter dans cet Ouvrage tout ce qu'on voit dans mon Ecole, c'eſt que je n'ai pas cru devoir y faire entrer plus d'expériences qu'il n'en faut pour prouver ſolidement la doctrine qu'il renferme. Je l'ai déja

dit ailleurs *, je n'ai jamais prétendu faire de mes Leçons un ſpectacle de pur amuſement, où l'on vît répéter, ſans deſſein & ſans choix, un grand nombre d'expériences capables ſeulement d'occuper les yeux. Je crois être plus en état que perſonne en France, de ſatisfaire les Curieux par l'aſſortiment des machines dont je ſuis muni : mais je ſerois peu flatté qu'on ne vînt chez moi que pour voir ; & je ſuppoſe toujours une curioſité plus raiſonnable dans mes Auditeurs. C'eſt pourquoi de tous les faits que je ſuis en état de produire pour prouver chaque propoſition, je n'emploie jamais qu'un certain nombre qui ſoit ſuffiſant ; & par

* Program. ou Idée gén. d'un Cours de Phyſ. dans la Préf. p. x.

cette économie je gagne du temps pour des choſes plus néceſſaires, & je me mets en état de varier agréablement & utilement mes preuves, pour des perſonnes qui aſſiſtent pluſieurs fois à mes Cours. J'ai eu la même attention en écrivant; je n'ai point voulu que le Lecteur, ébloui d'un nombre ſuperflu d'opérations, pût perdre de vûe les vérités qu'il s'agit d'établir: en lui rapportant des faits dignes d'attention, j'ai compté mettre ſous ſes yeux des preuves qui affermiſſent ſes connoiſſances. En un mot, ſoit en ouvrant mon Ecole au Public, ſoit en lui offrant mes Leçons écrites, mon intention a toujours été qu'il y trouvât un cours de Phyſique expérimentale, & non pas un cours d'expériences.

Par la description que j'ai donnée des instruments sous le titre de *Préparation*, je n'ai pas prétendu mettre suffisamment au fait de leur construction ceux qui voudroient les imiter: il auroit fallu entrer dans un détail de proportions, de choix de matieres, de précautions à prendre, & bien souvent de connoissances un peu étrangeres à mon objet, qui auroit grossi considérablement les volumes, & cela en pure perte pour la plûpart des Lecteurs, à qui il suffit de voir en gros, qu'un tel effet peut être produit par une certaine méchanique. Mais comme je sens de reste combien il seroit utile qu'il y eût de bonnes instructions sur le choix des Instruments de Physique, & sur la maniere de les construire, pour

aider le zele des Amateurs ou des Sçavants qui s'appliquent à cette Science, & dont le nombre s'accroît tous les jours ; j'ai réſolu de raſſembler, dans un Ouvrage ſéparé, ce qu'un long uſage aura pu m'apprendre touchant cette matiere. Ce deſſein s'exécute actuellement, & l'on en peut voir quelques fragmens dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour les années 1740 & 1741, où j'ai ſeulement ſupprimé les pratiques qui regardent l'Ouvrier.

Quant au choix des expériences, j'ai quelquefois préféré celles qui ſont connues depuis longtems, à d'autres plus récentes, parce que je leur ai trouvé un rapport plus direct aux propoſitions que j'avois à prouver, ou parce qu'elles donnoient lieu à des ap-

plications plus intéreſſantes, ou bien enfin parce qu'elles m'ont paru trop belles pour être omiſes; leur date alors m'a ſemblé d'autant plus indifférente, que, comme cet Ouvrage n'eſt point fait pour des Sçavants de profeſſion, la plûpart de ceux qui les y verront leur trouveront encore tout l'agrément de la nouveauté: & d'ailleurs les choſes n'ont-elles de mérite qu'autant qu'elles ſont nouvelles?

On me reprochera peut-être d'avoir fait entrer dans les *Applications* quelques remarques d'une mince utilité; ſoit que l'objet en mérite peu la peine, ſoit qu'elles ſe préſentent d'elles-mêmes à tout le monde. Mais on doit faire attention que cet Ouvrage n'eſt pas fait ſeulement pour des

perſonnes qui ont déja vécu un certain tems dans le monde, & à qui l'uſage a donné quelques idées obſcures & confuſes, à la vérité, mais avec leſquelles on peut ſentir les cauſes prochaines de ces effets les plus communs. Je le deſtine principalement aux jeunes gens de l'un & de l'autre ſexe, qui paſſent les premieres années de leur vie dans des Colléges ou dans des Penſions, pour qui tout eſt nouveau dans la Nature, dont l'eſprit eſt naturellement avide de ces ſortes de connoiſſances, & qu'il convient d'accoutumer, par des exemples faciles & familiers, à des idées claires & diſtinctes, & à des inductions judicieuſes; car, c'eſt la réflexion d'un Sçavant bien reſpecté, & bien digne de l'être,

qu'il eſt toujours utile de penſer juſte, même ſur des ſujets inutiles. *

Au reſte il faut prendre garde de confondre l'effet avec ſa cauſe; l'un pourroit être connu du Payſan le moins inſtruit, pendant que l'autre ne le ſeroit pas du plus ſçavant Philoſophe. Quelqu'un ignore-t-il qu'une éponge, une pierre tendre, un morceau de ſucre ſe mouille entiérement avant que d'être tout-à-fait plongé? mais ſçait-on bien pourquoi cela ſe fait? D'ailleurs les phénoménes les plus communs ne le paroiſſent pas toujours également, quand on les conſidere par toutes les faces. Tout le monde ſçait qu'une pierre tombe en

* M. de Fontenelle, Hiſt. de l'Acad. des Sciences, 1699, dans la Pref. p. xi.

vertu de sa pesanteur ; mais tout le monde ne sçait pas qu'en tombant elle doit parcourir des espaces qui répondent aux quarrés des tems de sa chûte. En faisant application de ce dernier effet, après l'avoir prouvé, si je dis qu'une bouteille ou un verre peut se casser en tombant, assûrément je n'instruis personne ; si je dis encore qu'en tombant de plus haut, les corps fragiles courent un plus grand risque, cette vérité ne paroîtra pas plus neuve que la premiere : mais si j'ajoute qu'un Corps grave en tombant se brise en vertu de sa chûte accélérée, & qu'on peut prévoir l'effort qu'il sera capable de faire à la fin de cette chûte, en mesurant la hauteur du lieu d'où il tombe ; je ne crois pas que cette observation

ſoit inutile pour tous ceux à qui je la propoſe; & ſi quelqu'un après l'avoir lue ſe plaignoit que j'aie voulu lui apprendre qu'un verre peut ſe caſſer en tombant, ou qu'il ſe briſe plus ſûrement en tombant de plus haut, il feroit voir qu'il a peu de diſcernement, ou beaucoup de mauvaiſe humeur.

Graces au bon goût qui regne dans notre ſiecle, je pourrois me diſpenſer de prouver que la Phyſique eſt utile, & qu'il n'y a perſonne qui ne puiſſe prendre part aux découvertes dont elle s'enrichit tous les jours. Quoique cette Science porte un nom Grec, on ſçait maintenant que ſon objet n'eſt point étranger; que les connoiſſances qu'elle offre intéreſſent tout le monde, & que lorſqu'elle prononce par la voix de l'expé-

rience, elle peut être entendue à tout âge & en tous lieux. L'étude de la Nature étoit encore, pour ainsi dire, au berceau ; la connoissance qu'on avoit de ses phénoménes & de leurs causes, méritoit à peine le nom de Science, qu'un des plus grands hommes de l'Antiquité la vantoit déja comme une ressource pour l'esprit humain, comme une occupation dont il pouvoit tirer avantage dans tous les tems & dans toutes les circonstances de la vie *. Avec combien plus de raison ne pourroit-on pas la recommander comme telle, à pré-

* *Hæc studia adolescentiam alunt, senectutem oblectant ; secundas res ornant, adversis perfugium ac solatium præbent ; delectant domi, non impediunt foris : pernoctant nobiscum, peregrinantur, rusticantur.* Cic. pro Archia Poët. nº. 16.

ſent qu'elle occupe dans tous les états policés des compagnies de Sçavants, que les Princes honorent de leur protection, & qu'ils entretiennent par leurs libéralités; à préſent, dis-je, que ſes progrès s'annoncent tous les ans par des volumes, où chacun peut puiſer ſelon ſon goût, ou ſelon ſes beſoins, des connoiſſances, dont le moindre avantage eſt d'orner l'eſprit.

Quelque état que l'on prenne dans le monde, il eſt bien rare que l'on n'ait pas à réfléchir ſur la force des Corps qui ſe meuvent par leur poids, ou autrement, ſur celle des animaux, ſur l'impulſion & le mouvement des fluides, ſur l'action & ſur les effets d'une infinité de machines, nouvelles ou anciennes, touchant

le choix desquelles on a souvent intérêt de sçavoir décider à propos. Est-il possible de voir ces effets admirables des télescopes, des lunettes, des microscopes, dont l'usage est aujourd'hui si commun, sans desirer d'en connoître la méchanique, & les propriétés sur lesquelles la construction de ces instrumens est fondée? A qui peut-il être inutile d'apprendre ce qu'il y a de nouveau dans une Science d'où dépendent nos amusements les plus raisonnables, nos commodités, nos besoins? A qui peut-il être indifférent de sçavoir ou d'ignorer des choses qui peuvent occuper, au moins agréablement, dans des tems, dans des lieux où les douceurs de la société nous manquent?

Mais

Mais l'avantage le plus précieux & que toute ame bien née ne manque pas de reſſentir en étudiant la Nature, c'eſt la néceſſité où l'on eſt de reconnoître par-tout l'être ſuprême qui a formé ce vaſte univers, & qui préſide ſans ceſſe à ſes propres œuvres. Plus on avance dans cette étude, plus on eſt convaincu que ce qui en fait l'objet, n'eſt point une production du hazard; tout y annonce une puiſſance infinie qui étonne, une ſageſſe profonde qu'on ne peut aſſez admirer, des intentions & une bonté qui méritent toute notre reconoiſſance. Ces merveilles que nous avons ſous les yeux parlent au cœur, autant qu'à l'eſprit; en éclairant l'un, il eſt naturel qu'elles touchent l'autre : ce que nous apprenons

en nous rendant moins ignorans que le vulgaire, peut auſſi faire naître en nous des ſentimens plus vifs, & nous rendre plus fideles à nos devoirs.

Un illuſtre Prélat *, en faiſant l'Hiſtoire de l'Éducation d'un grand Prince, qui lui avoit été confiée, me fournit un exemple & une preuve bien authentique des bons effets qu'on peut attendre de la Phyſique, lorſque les principes de cette Science ſont enſeignés avec deſſein & avec choix, & que celui qu'on en inſtruit eſt capable de réflexions. Je finis cette Préface par la traduction de ſes propres paroles, telle qu'on la trouve dans celui de ſes

* M. Boſſuet, Evêque de Meaux, dans ſa Lettre Latine au Pape Innocent XI. touchant l'éducation de feu Monſeigneur le Dauphin, p. 16.

Ouvrages qui a pour titre, *Politique tirée de l'Ecriture Sainte*, p. 41. * « Pour l'expérience des choses naturelles, dit-il, nous avons » fait faire devant le Prince les » plus néceſſaires & les plus belles. Il n'y a pas moins trouvé » de profit que de divertiſſement; » elles lui ont fait connoître l'induſtrie de l'eſprit humain & les » belles inventions des Arts, ſoit » pour découvrir les ſecrets de la » Nature, ou pour l'embellir, ou » pour l'aider. Mais ce qui eſt plus » conſidérable, il y a découvert » l'art de la Nature même, ou plu-

* *Experimenta verò rerum naturalium ſic exhibere fecimus, ut in his Princeps ludo ſuaviſſimo atque utiliſſimo, humanæ mentis hiſtoriam, præclaraque artium inventa, quibus naturam & retegerent & ornarent, interdum adjuvarent; ipſam denique naturæ artem, immò ſummi Opificis & patentiſſimam & occultiſſimam Providentiam mirarentur.* Boſſuet, loco citato.

» tôt la Providence de Dieu, qui
» eſt tout à la fois ſi viſible & ſi
» cachée. »

DISCOURS*

Sur les dispositions & sur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la Physique expérimentale.

ON peut dire des Esprits qui s'appliquent aux Sciences, ce qu'un Poëte célebre nous fait observer touchant les différentes terres que l'on cultive ; comme elles ne sont pas également propres à toutes sortes de productions (*a*), nous ne devons pas non plus nous attendre que chaque génie réussisse toujours dans quelqu'étude qu'il s'engage : s'il en est d'assez heureusement nés pour pouvoir se flatter d'un succès universel, ce sont de ces exemples rares qu'il faut moins attendre qu'admirer, quand ils se rencontrent : selon le cours ordinaire de la nature, nous naissons presque tous avec

* Ce Discours a été prononcé le 16 Mai 1753 à l'ouverture de la nouvelle Ecole de Physique expérimentale établie par le Roi, & publié ensuite par ordre de l'Université.

(*a*) *Nec verò terræ ferre omnes omnia possunt.* Virg. Georg. lib. 2.

une aptitude particuliere pour quelque objet : heureux celui qui n'en est pas détourné par un choix forcé, ou par des circonstances contraires à son inclination. Il est donc raisonnable d'examiner d'une part de quelle sorte d'application un homme est capable, & de l'autre, ce qu'exige de lui l'espece d'étude à laquelle on voudroit l'appliquer, afin d'assortir le travail au goût & au pouvoir de celui qui l'entreprend, & de ne point tomber dans le défaut d'un laboureur qui ensemenceroit de froment une terre déstinée par la nature à porter une forêt.

C'est pour faciliter un tel examen, que je me suis proposé de rassembler dans ce Discours les différentes parties d'un Physicien qui s'applique à l'art des Expériences, & de faire comprendre par-là les dispositions & les qualités avec lesquelles il peut espérer de réussir. Il entre dans mon dessein de montrer les difficultés & les peines qui accompagnent cette étude ; mais je ne dissimulerai pas les avantages ni les agrémens qu'on y peut goûter : ce vaste champ est parsemé de fleurs, comme il est hérissé d'épines ; si j'en éloigne ceux qui ne seroient point propres à le par-

courir avec fruit, je desire plus que personne qu'il ne soit point abandonné, que les richesses qu'il renferme se découvrent de plus en plus, & qu'elles soient recueillies de même.

L'objet de la Physique expérimentale est de connoître les phénomènes de la nature, & d'en montrer les causes par des preuves de fait: elle differe de l'Histoire naturelle, en ce que celle-ci, sans rendre raison des effets, a pour but principal, de nous donner en détail la connoissance des corps dont l'univers est composé, de nous en faire distinguer les genres, les especes, les variétés individuelles, les rapports que ces êtres ont entr'eux & leurs différentes propriétés. La premiére de ces deux Sciences entreprend de nous dévoiler le méchanisme de la nature; la derniere nous offre, pour ainsi dire, l'inventaire de nos richesses: l'une & l'autre sont tellement liées ensemble, qu'il est presqu'impossible de les séparer: un Physicien qui n'est point Naturaliste est un homme qui raisonne au hasard & sur des objets qu'il ne connoit point; le Naturaliste, qui n'est pas Physicien, n'exerce que sa mémoire. S'appliquer à la Physique ex-

périmentale, c'est donc s'engager à étudier la Nature, non-seulement dans ses effets, mais encore dans les différens matériaux qu'elle employe pour les produire; c'est l'examiner dans tout ce qu'elle a fait, pour se mettre plus en état d'apprendre de quelle maniere elle agit.

Je vois principalement deux choses à faire pour quiconque voudra parvenir à cette double connoissance. La premiere, & par laquelle il faut commencer, est de se mettre bien au fait de certaines vérités qui sont reçues comme principes, & de s'instruire de toutes les découvertes qui ont été faites avant nous. La seconde, est de travailler à augmenter ce premier fond de connoissances, par ses propres recherches, ou en profitant de celle des contemporains. Nous n'osons prétendre, nous ne devons pas même désirer, que tous nos Auditeurs se fassent Physiciens de l'une & de l'autre maniere; l'intérêt commun des Sciences demande que les hommes se partagent pour les cultiver; la plûpart de ceux qui auront suivi nos Leçons, entraînés par d'autres goûts, ou privés des moyens nécessaires pour se livrer à de nouvelles

recherches,

recherches, s'en tiendront sans doute au premier degré d'instruction, se contentant de bien entendre & de sçavoir ce que le travail d'autrui leur aura offert. Mais en même-tems, nous nous flattons que dans le grand nombre, il s'en trouvera plusieurs à qui nous ferons naître le desir de porter plus loin cette étude, & qui s'y livreront dans la suite entiérement, ou du moins dans les momens de loisir que leurs professions & leurs affaires leur pourront laisser. Comme les uns & les autres doivent commencer de la même façon; je vais d'abord tracer la route que doivent suivre ceux qui veulent s'initier en Physique.

Voulez-vous apprendre ce que l'on sçait aujourd'hui en Physique, vous mettre au fait des principes de cette Science, & en état de raisonner sensément sur les effets naturels? Fréquentez les Ecoles; informez-vous de ce qui se passe dans les Compagnies de Sçavans qui étudient la Nature; soyez attentif aux découvertes particulieres qui viendront de bonne part; lisez les bons Auteurs; voilà les moyens: vous pourrez les employer avec fruit, si vous êtes assidu, si vous avez l'esprit libre de préjugés & une juste défiance

contre l'erreur & l'illusion.

Graces à la méthode introduite par Descartes, & à la réforme qu'elle a mise dans notre maniere de philosopher, on peut dire que dans presque toutes les Ecoles de Philosophie, il n'y a plus maintenant qu'à profiter pour la jeunesse qui les fréquente : on ne l'assujettit plus à ce langage inintelligible, qui dèshonoroit la raison ; on lui donne pour régle de ne se rendre qu'à l'évidence, & de ne croire que ce qu'elle comprend, on ne lui offre pour expliquer les effets naturels que des causes palpables & vraiment physiques : ou si quelquefois on employe des conjectures pour deviner ce que l'on ne voit pas, on ne les présente que comme des probabilités que l'autorité la plus grave & la plus respectable ne défend pas contre un doute légitime.

Il est certain que cette nouvelle façon de traiter & d'enseigner la Philosophie, est plus propre qu'aucune autre à éclairer l'esprit humain: maître absolu de ses pensées sur des matieres abandonnées à la dispute des hommes, il peut d'autant plus compter sur les connoissances qu'il acquiert en ce genre, que le choix de ses opinions a été plus libre : dès qu'il

n'y a plus ni honneur ni mérite à suivre avec une aveugle docilité des routes, dont la plûpart avoient été ouvertes par l'ignorance, & frayées par l'habitude, on doit beaucoup plus espérer des efforts de la raison, les conceptions étant variées suivant les différens degrés de lumiere que chacun a reçus, & la nouveauté n'étant plus un reproche que la vérité ait à craindre. Ainsi l'expérience nous prouve-t-elle que depuis cent ans ou environ que cette heureuse liberté regne dans les Ecoles, la Physique a fait beaucoup plus de progrès que dans les siecles précédents, quoique de tout tems il y ait eu des hommes occupés, ou par goût, ou par état, à dévoiler & à contempler les merveilles de la Nature.

La nouvelle méthode ayant donc rendu les Ecoles profitables, on ne sçauroit mieux faire que de les fréquenter avant toutes choses, pour y prendre les premieres notions, pour se former des principes, & pour y apprendre à traiter les matieres avec ordre.

Dans la Physique, comme dans toute autre science, les commencements sont épineux; les premieres idées ont peine à s'établir; la nouveauté des termes,

autant que celle des objets, fatigue l'esprit par l'attention qu'elle demande: pour applanir ces difficultés, les leçons qui se donnent de vive voix, ont un avantage considérable sur celles qu'on voudroit prendre dans les livres; un Maître qui parle à ses Eleves, & qui sçait se souvenir à propos des peines qu'il a eues en étudiant à leur âge, ou du soin qu'on a pris de les lui épargner, cherche pour se faire entendre, les expressions les plus propres; il les répéte & les varie, jusqu'à ce qu'il ait lieu de croire qu'il a été entendu: le ton, le geste, un coup de crayon, & plus encore que tout cela, la liberté avec laquelle il permet, il recommande qu'on le questionne, sont autant de moyens qui secondent son zele, & avec lesquels il parvient à faire prendre des idées claires & distinctes de ce qu'il enseigne.

Quelle facilité ne trouverez-vous pas encore à vous initier, si l'Ecole où vous serez admis a l'avantage de posséder une collection suffisante d'Instrumens, avec lesquels on vous mette sous les yeux presque toutes les vérités qu'on se propose de vous faire entrer dans l'esprit? Les idées peuvent-elles manquer de

naître & de se perfectionner à la vûe de ces images sensibles ? Soyez sûrs que ce que vous verrez ainsi, avec intérêt, avec attention, fera plus d'impression sur vous que tous les discours qui auront précédé ; & que ce dernier moyen ne manquera pas de dissiper vos doutes & d'affermir vos connoissances :

Segnius irritant animos, demissa per aurem,
Quàm quæ sunt oculis subjecta fidelibus...
Horat. de Arte Poet. 180.

Mais en vain notre maniere d'enseigner seroit-elle devenue meilleure ; en-vain serions-nous parvenus à rendre nos Leçons plus instructives & plus faciles, si ceux qui les y prennent n'y assistoient avec assiduité, & à dessein de se rendre Physiciens, ou du moins de se disposer à le devenir ; si se permettant des absences ils perdoient le fil des questions que nous avons à traiter ; ou si ne se rendant ici que par la vaine curiosité de voir des Expériences, ils refusoient leur attention aux connoissances que nous avons en vûe de leur faire acquérir. Ces connoissances doivent être liées entr'elles comme les parties d'un édifice ; les premieres servent de fondement pour en établir d'autres sur lesquelles on continue de bâtir,

si par les vuides qu'on aura laissés, les appuis manquent, l'assemblage imparfait n'aura aucune solidité. Ce n'est donc que par une application suivie, qu'on peut se flatter de mettre à profit ce que nous enseignons dans nos Ecoles; ce n'est aussi qu'à cette condition, que nous nous engageons à donner dans l'espace d'un an, les principes d'une science qui embrasse tant d'objets, & dans laquelle il y a tant à apprendre.

Je dis les principes; car c'est là seulement ce que les Commençans doivent chercher dans les Ecoles, c'est-à-dire, ces vérités fondamentales qui sont comme la source des autres, & qui doivent les précéder, soit pour les faire désirer, soit pour les rendre intelligibles. Les connoissances de détail ne doivent venir qu'après; quiconque s'en occuperoit avant que de s'être suffisamment instruit des principes généraux, travailleroit infructueusement; comme un homme qui voulant arracher un arbre le saisiroit par les feuilles, plutôt que de porter ses efforts sur les racines & sur le tronc.

C'est encore dans les Ecoles qu'on apprend à traiter les questions dans un ordre convenable, & à rappeller les matie-

res à certains chefs ; afin que ce que l'on a étudié dans un tems puiſſe faciliter les autres Etudes qu'on fait après, & qu'appercevant avec un peu de réflexion les rapports que les objets ont entr'eux, on ſoit plus en état de juger d'où l'on doit partir pour les attaquer. Sans cela quelle confuſion dans les idées, & que de peines inutiles ne ſe donneroit-on pas! Jugeons-en par un exemple ; comment pourroit-on comprendre le méchaniſme de l'ouie ou celui de la viſion, ſi l'on n'avoit pas appris auparavant les propriétés de l'air, & celles de cette matiere dont l'action nous éclaire ? De quelle maniere s'y prendroit-on pour étudier ces effets, ſi l'on ignoroit que les ſons & l'illumination des objets dérivent des mouvemens de ces deux fluides ? C'eſt donc par ces connoiſſances primitives, que nous ſçavons rapporter les effets dont il s'agit à leurs vraies cauſes ; c'eſt ſur elles que nous nous appuyons pour les expliquer.

Après la fréquentation des Ecoles, rien ne convient mieux, rien n'eſt plus propre à perfectionner les connoiſſances, que de s'inſtruire des découvertes qui ſe ſont faites & qui ſe font tous les jours dans ces Compagnies que l'amour des

Sciences a formées pour travailler en commun, que la faveur & la libéralité des Princes a misés en état de faire ce que des particuliers isolés ne pourroient pas même entreprendre. Heureusement nous vivons dans un siécle & dans un Royaume où ces secours ne manquent point à quiconque en veut profiter; il n'y a presque pas de grande ville en France, où il n'y ait maintenant une Académie; si la Physique n'en est pas toujours l'objet principal, le goût de cette Science est tellement répandu, qu'elle y entre comme accessoire: & parce que ces Aréopages ne comprennent pas tous ceux qui seroient dignes d'y être admis, on peut compter encore sur le travail d'un grand nombre de Sçavans dispersés, qui se font connoître tous les jours par des productions très-instructives. Les connoissances qu'on tire de pareilles sources, ont l'avantage d'être plus détaillées & plus approfondies que les autres, parce que ceux qui nous les offrent ont donné toute leur application à des sujets particuliers qu'ils ont choisis par goût, ou à la faveur de quelques circonstances, qui les mettoient à portée de travailler ave plus de succès.

Ce que vous aurez appris de nos con-

temporains, vous ferez très-bien de le comparer avec ce que nous tenons des Sçavans qui ont vécu avant nous. La lecture bien réfléchie de leurs Ouvrages, vous apprendra les routes qu'ils ont frayées les premiers, & dans leſquelles nous ſommes entrés après eux; les découvertes qu'ils ont, pour ainſi dire, ébauchées, & qui ſe ſont perfectionnées depuis; les écarts dans leſquels ils avoient donné, & dont on eſt revenu dans la ſuite. En ſuivant ainſi la marche de l'eſprit humain, on s'inſtruit plus profondément & avec plus d'exactitude; on voit d'où naiſſent les illuſions, & ce qui peut les diſſiper; on apprend à douter à propos, & à ſuſpendre ſon jugement, juſqu'à ce que le tems & l'évidence nous autoriſent à croire.

La connoiſſance des langues eſt un moyen également commode & utile, pour s'inſtruire de tout ce qui ſe fait en Phyſique; parce qu'il y a quantité de bons Ouvrages, dont les Auteurs ont employé l'idiôme du pays dans lequel ils ont écrit; lorſqu'on ne l'entend pas, on ne peut s'en dédommager que par des traductions qui ne ſe font pas toujours, ou qui, ſi elles ſe font, ne ſup-

pléent presque jamais parfaitement aux originaux. Mais une Langue qu'il est indispensable d'apprendre, c'est celle de l'Algebre & de la Géométrie; ces deux Sciences se sont heureusement introduites dans la Physique; par-tout où elles peuvent s'appliquer, elles y portent l'exactitude & la précision qui leur sont propres, elles répandent la lumiere dans l'esprit, elles le font raisonner juste; avec leur secours il chemine plus vîte, plus sûrement, & peut aller plus loin; il faut de nécessité se mettre en état de suivre les Auteurs qui marchent à la lueur de ces flambeaux.

Mais dans quelque source que l'on cherche à puiser des connoissances, soit en étudiant les Auteurs, soit en recueillant ce que les Sçavans nous offrent chaque jour de nouveau, rien n'est plus nécessaire que de renoncer à tout préjugé; car un esprit livré à la prévention, ne manque guere de suivre dans ses décisions le penchant secret qui l'entraîne, & le vrai ne se trouve pas toujours du côté vers lequel il se laisse aller; semblable à l'œil malade dont les humeurs se sont teintes, il voit rarement les objets sous leurs vraies couleurs. Combien de

gens ne reconnoiſſent pas la vérité où elle eſt, combien d'autres croyent la voir où elle n'eſt pas, parce qu'ils ſe ſont déclarés pour ou contre une Nation, parce qu'ils entendent mal le reſpect & la fidélité qu'on doit à la Religion, parce qu'ils ont épouſé des haines ou des affections particulieres, parce qu'ils cedent aux impreſſions invétérées d'une mauvaiſe éducation!

On ne peut donc apprendre de trop bonne heure que tous ceux qui cultivent les Sciences, dans quelque partie du monde qu'ils vivent, ne forment qu'une ſeule & même République; qu'il leur convient de ſe traiter avec tous les égards que des Concitoyens ſe doivent; que travaillant à s'éclairer réciproquement, ils ne peuvent ſe permettre qu'une honnête émulation, qui leur faſſe deſirer de ſe ſurpaſſer les uns les autres, ſans ſonger à s'effacer ni à ſe confondre. Il faut conſidérer de plus, que la vértté, de quelque part qu'elle vienne, eſt un bien que nous devons chérir, comme le diamant qui eſt précieux par lui-même, & que nous eſtimons, ſans avoir égard à celui qui l'a tiré de la terre: & s'il arrive qu'une vérité évidente nous ſemble ne pas s'ac-

corder avec une autre vérité qu'il nous est ordonné de croire, souvenons-nous qu'elles viennent toutes deux de la même source ; que l'Etre suprême qui a révélé les articles de notre foi, est aussi le Dieu, le Législateur de toute la nature, & incapable de se contredire en rien. En pareille conjoncture, que la raison religieusement soumise à la révélation, ne se refuse cependant pas au trait de lumiere naturelle qui l'éclaire ; qu'elle ne prenne pas le parti de regarder comme faux, ce que l'évidence lui montre être vrai ; mais qu'elle rejette sur la foiblesse de l'entendement humain & sur sa propre ignorance, la contradiction apparente qui l'embarrasse ; qu'elle attende sans impatience, que de nouveaux efforts & une nouvelle lumiere lui découvrent ce qui est encore caché, & lui apprennent à concilier ce qu'elle voit avec ce qu'elle est obligée de croire.

N'est-ce pas s'imposer une gêne bien peu raisonnable, & en même tems bien nuisible au progrès des connoissances humaines, que de vouloir tout rapporter aux pensées d'un Philosophe dont on a épousé les principes, assez souvent sans les connoître, & presque toujours

avant que d'être en état d'en juger? Hé! pourquoi vouloir être d'un ton décidé & en toute occasion, Cartésien, Newtonien, Leibnitien, &c? Quelqu'un de ces grands Hommes, dont l'autorité a tant de poids, a-t-il eu l'infaillibilité en partage? Ne peut-on pas respecter leur mémoire, admirer leur génie, profiter de leurs découverres, sans s'attacher particuliérement à un seul, sans s'interdire la liberté d'examiner leurs opinions, de s'en écarter même, lorsque de nouvelles lumieres viennent nous éclairer sur ce qu'elles ont de défectueux? Pourquoi prendre indistinctement tout ce qui est renfermé dans un même trésor, quand il nous est permis d'en ouvrir plusieurs, pour nous enrichir avec choix? Ces préférences dans lesquelles on s'engage, produisent encore un mauvais effet dont nous n'avons que trop d'exemples; chacun voudroit que le parti qu'il a embrassé fût suivi du plus grand nombre; on parle, on agit en conséquence; il naît de-là des altercations, des plaintes, des injures, des inimitiés; & c'est, selon moi, porter jusqu'à la folie l'amour d'un Sage qu'on veut élever au-dessus des autres.

Je ne parlerai point des préjugés qui viennent d'une éducation mal conduite; l'énumération en seroit trop longue, & presque inutile: je dirai seulement que l'esprit humain, en se livrant à l'étude de la Philosophie, doit commencer à user du droit qu'il a de penser librement sur les effets de la nature; que le premier acte de cette liberté doit être de s'élever au-dessus de toutes ces opinions vulgaires qu'il a reçues dans un tems où l'autorité & l'exemple lui tenoient lieu de raison; & que prenant pour regle de ne rien admettre que de certain ou de très-probable, il doit se dépouiller généralement de ces premieres impressions, qui portent presque toutes un caractere de fausseté.

C'est déja beaucoup pour un Commençant d'avoir écarté les vieilles erreurs dont il étoit préoccupé; mais ce n'est point assez: à cette premiere précaution, il faut qu'il ajoute une juste défiance qui le tienne en garde contre les nouvelles illusions qui pourroient le séduire; & combien n'en a-t-il pas à craindre, tant de sa part, que de celle des autres! L'amour du merveilleux est un poison séduisant dont les meilleurs

eſprits ont peine à ſe garantir ; il fait peut-être autant de mauvais Phyſiciens, que l'étude & les plus heureuſes diſpoſitions en forment de bons : & ce qu'il y a de plus fâcheux, c'eſt que, ſi l'on aime à produire des découvertes d'éclat, ceux qui les apprennent, les reçoivent auſſi avec beaucoup d'avidité ; de ſorte que ſi quelqu'un a la foibleſſe de mentir ou d'exagérer, en annonçant des nouveautés ſingulieres, il eſt preſque ſûr qu'on n'aura pas le courage d'en douter. Il eſt donc d'un homme ſage d'examiner de ſens froid ce qu'on lui préſente d'extraordinaire, d'attendre que les faits ayent été vérifiés dans toutes leurs circonſtances, de peſer les raiſons ſur leſquelles on appuie ſes jugemens, & de n'y adhérer qu'après une mûre réflexion & une pleine connoiſſance.

Défions-nous ſur-tout des Auteurs qui ont des ſyſtêmes à ſoutenir ; défions-nous de nous-mêmes, ſi nous les avons adoptés. Nos pas ſe tournent naturellement vers l'endroit où nous ſerions bien aiſes d'arriver ; ſi nous n'y prenons garde de fort près, nous courons riſque d'interpréter en faveur d'une opinion favorite, des effets, des obſervations, des ſenti-

mens qui, mieux examinés, la détruiroient peut-être plutôt que de l'appuyer : nous nous dissimulerons des difficultés, qui nous feroient revenir de nos erreurs, si nous y étions moins attachés : nous abandonnerons légérement des vérités bien fondées, parce qu'elles nous paroîtront incompatibles avec une doctrine que nous aurons goûtée.

Ayons donc de la défiance autant qu'il en faut pour ne point donner dans l'illusion ; mais d'un autre côté, n'oublions pas que, si nous en avons trop, nos soupçons feront injure à ceux qui travaillent à nous instruire, & que notre obstination à douter nous remplira l'esprit d'incertitude. Oui, c'est un abus & une ingratitude, que de se montrer toujours incrédule, & de se persuader que toutes les découvertes que les Physiciens nous vantent, ne produisent aucune connoissance nouvelle de la Nature, aucune explication de ses effets. Ce langage est celui d'une ignorance ou d'une paresse orgueilleuse, qui mépriſe ce qu'elle ne connoît pas ; & qui trouve plus commode de le nier, que de prendre la peine de s'en instruire. On entend rarement parler ainsi des gens raisonnables & initiés

tiés dans les Sciences ; il eſt plus ordinaire d'en trouver qui reconnoiſſant les avantages de la Phyſique en général, affectent de révoquer en doute tout ce qui ne vient pas d'eux ou de leurs amis. Ce Pyrrhoniſme marque de l'humeur, ou quelque intérêt particulier ; mais quelle qu'en ſoit la cauſe, on ne peut s'appliquer ni trop tôt, ni avec trop de ſoin, à s'en défaire : car tant qu'il ſubſiſtera, il rendra ſuſpectes les vérités les mieux prouvées ; l'eſprit frappé de cette maladie flottera ſans ceſſe entre le oui & le non, & ne ſera jamais fixé par aucune connoiſſance certaine ; il travaillera beaucoup, ſans jamais rien ſçavoir de ce qu'il aura appris, il ne fera tout au plus que s'en douter.

Il coûtera ſans doute & du tems & des peines pour entrer dans ces diſpoſitions, ſi l'on ne les a pas naturellement, & pour employer avec fruit les moyens dont j'ai parlé : mais eſt-il une ſcience qui n'en exige de la part de ceux qui s'y appliquent ? & de toutes celles que l'eſprit humain cultive, n'auroit-on pas raiſon de dire que la Phyſique expérimentale eſt la plus propre à le dédommager de ſes fatigues & de tout ce qu'il

auroit pu lui sacrifier. En se mettant en état d'étudier la Nature & de la suivre dans ses opérations, que de ressources agréables & utiles ne peut-on pas se flatter de trouver, dans des tems & dans des lieux où l'on seroit privé des douceurs de la société ! Le Physicien trouve par-tout l'objet de ses recherches & de ses amusemens ; la campagne & la ville, les élémens, les saisons, ce qui respire, ce qui végéte, ce qui naît, ce qui périt, &c. tout lui offre de quoi méditer, de quoi s'instruire, de quoi profiter. Compterons-nous pour rien l'avantage qu'il a sur les autres hommes de ne point se livrer comme eux à de frivoles espérances, à de vaines terreurs, à de superstitieuses pratiques, & d'admirer tranquillement des phénomenes ou des êtres que le vulgaire ne voit qu'avec émotion, & toujours en raisonnant d'une maniere fort étrange ? S'il est bon citoyen, ne sera-ce pas pour lui une grande satisfaction, de pouvoir tourner au profit de la société des découvertes dont il aura pris connoissance, ou les remarques qu'il aura faites lui-même ? Tels seront les avantages d'un homme qui sera devenu Physicien en profitant

ſeulement des inſtructions d'autrui : nous en promettons de plus grands à celui qui le deviendra par ſon propre travail ; mais il aura plus à faire pour les mériter.

L'obſervation & l'expérience ſont les moyens les plus ſûrs, je dirois preſque les ſeuls que puiſſe employer un Sçavant qui s'applique à étendre les progrès de la Phyſique. Par la premiere on épie, pour ainſi dire, la Nature à deſſein de lui ſurprendre ſon ſecret ; par la ſeconde, on lui fait violence pour la forcer à le dire : mais, ſoit que l'on faſſe l'un ou l'autre, il y a maniere de s'y prendre ; & c'eſt un Art aſſez difficle à exercer, pour lequel il faut des diſpoſitions naturelles, des qualités & des attentions particulieres, des ſecours qu'on n'eſt pas toujours en état de ſe procurer.

Un obſervateur, dans quelque partie que ce ſoit de la Phyſique, doit avoir une patience à toute épreuve, une attention à laquelle il n'échappe aucune circonſtance, une prompte & vive pénétration, une imagination ſage & modérée, beaucoup de réſerve & de circonſpection dans ſes jugemens.

Quel courage ne faut-il pas pour ſurmonter les ennuis, les difficultés, les

dégoûts de tant d'entrepriſes qui trompent nos eſpérances par un mauvais ſuccès, ou qui les flattent long-tems ſans jamais répondre à nos déſirs! Le Phyſicien Botaniſte obtient avec peine & après une longue attente, des Plantes exotiques qu'il eſt curieux de voir & d'examiner dans tous leurs états; elles ont réſiſté aux fatigues du tranſport; à force de ſoins & d'attentions, on a empêché que la différence du climat ne leur fût nuiſible; elles alloient fleurir enfin, lorſqu'un inſecte en vient ronger les racines, & les fait périr ſans reſſources. Un Aſtronome zélé ſe fait un plaiſir ſingulier de voir une éclipſe qu'il attend depuis dix ans: le jour tant déſiré approche, il fait deux ou trois cens lieues pour aller obſerver ce phénomene dans l'endroit où il doit être viſible, il prépare ſes inſtrumens; mais quelle fatalité! au moment même où les deux aſtres vont ſe joindre, le ciel ſe couvre, & les nuages qui l'ont obſcurci ne ſe diſſipent que quand il n'y a plus rien à voir. (*a*)

(*a*) Tel fut le ſort de M. Deliſle, lorſqu'il alla de Péterſbourg à Berezou, ville de la Syberie, près l'embouchure de l'Oby, pour voir le paſſage de Mercure ſur le Soleil, le 2 Mai 1740.

A combien de pareilles diſgraces les Anatomiſtes & les Chymiſtes ne ſont-ils point expoſés, les uns, par l'extrême délicateſſe des préparations, ou par les progrès trop rapides de la putréfaction ; les autres, par l'infidélité des drogues, par la fragilité des vaiſſeaux, & par la plus légere inattention ! Si de tels accidens peuvent dégoûter, nous en avertiſſons dès-à-préſent ceux qui ne ſe ſentiroient pas le courage de les ſupporter, ils y ſeront ſouvent expoſés : encore n'eſt-ce point là ce qu'ils auront de plus dur à ſouffrir ; la jalouſie de leurs rivaux exercera bien autrement leur patience.

Si quelqu'un eſt aſſez heureux pour faire une découverte, l'honneur qui s'y trouve attaché eſt une récompenſe qui lui eſt légitimement dûe, & rarement doit-il en eſpérer d'autres : mais qu'il ne s'attende pas à l'obtenir de ſon vivant ; ou s'il l'obtient, en jouira-t-il en paix ? Ceux qui auront fait la même recherche que lui, & qui ne ſeront pas arrivés au même but, s'efforceront de

M. le Monnier eut autant de courage, mais plus de bonheur, en allant obſerver en Ecoſſe l'éclipſe annulaire du Soleil, qui arriva le 25 Juillet 1748.

dire & de faire croire, qu'il n'a pas rencontré juste; & parmi ceux-là même qui ne cherchent rien, & qui ne sont pas en état de juger de la question, il s'en trouvera qui prendront parti contre lui, & qui lui disputeront le succès de son travail. Que fera l'homme sage (il se souviendra qu'un Physicien doit être Philosophe: sans mépriser ses Critiques, sans se chagriner de leurs déclamations, il examinera de sang froid tout ce qu'on lui oppose; il y répondra sans aigreur; & s'il a lieu de croire que la raison soit de son côté, il attendra tranquillement que la vérité qu'il a trouvée, dissipe par son éclat les mauvaises difficultés par lesquelles on a tâché de l'obscurcir: comme c'est pour elle plutôt que pour lui-même qu'il a travaillé, il ne s'affligera que médiocrement, s'il prévoit qu'il ne sera jamais témoin de ce triomphe.

Sans une attention scrupuleuse, l'Observateur le plus assidu, le plus dévoué à la Physique, ne voit qu'imparfaitement son objet; tout ce qu'il en pourra dire n'instruira pas suffisamment, induira même en erreur ceux qui en jugeront d'après lui: le tems, le lieu, l'état actuel de l'Atmosphere, la quantité,

la durée, la forme, la couleur, l'odeur & les autres qualités ſenſibles, ſont autant de circonſtances auſquelles il faut avoir égard, & dont on doit tenir compte, à moins que l'on n'en voye évidemment l'inutilité. Combien de connoiſſances nous ont échappé ! combien d'autres ont été retardées, parce qu'on s'eſt contenté de voir les choſes en gros, & qu'on a négligé d'en examiner les particularités, ou d'en faire mention ! Aurions-nous été ſi long-tems, par exemple, ſans ſçavoir que ces lumieres aëriennes appellées *Caſtor* & *Pollux* par les Anciens, *Feux Saint Elme* par les Modernes, étoient des phénomenes d'Electricité, ſi la plûpart de ceux qui en ont parlé, nous les euſſent repréſentées comme *des aigrettes lumineuſes*, qui paroiſſent en tems d'orage à l'extremité d'une vergue ou d'un mât de vaiſſeau, *& qui y font entendre un bruit ſemblable à celui de la poudre qu'on allume après qu'elle a été mouillée ?* Un entre mille (*a*) fait cette remarque, & lui ſeul nous met en état de juger ſainement de la nature de ces feux. Voilà comme de nouvelles

(*a*) Mem. du C. de Forbin, ann. 1696. Edition d'Amſterdam, 1740.

attentions produiſent de nouvelles connoiſſances : celui qui obſerve ne doit quitter ſon objet, que quand il en a conſidéré toutes les faces, tout ce qu'il renferme, tout ce qui l'environne.

Avec une grande attention, il faut encore dans l'eſprit une certaine activité qui le faſſe aller, pour ainſi dire, au-devant de la Nature, lorſqu'elle ne fait que la moitié du chemin vers lui; l'Obſervateur le plus attentif, qui ne ſçait point la pénétrer en entarnt dans ſes vûes, ſera dans bien des occaſions comme un œil mort, qui eſt ouvert ſur quantité d'objets, ſans en voir aucun. Jugeons-en par un exemple. Le Fontainier qui apprit à Galilée que les Pompes aſpirantes n'élevoient jamais l'eau au-deſſus d'un certain terme, avoit vû ce phénomene toute ſa vie, ſans en être touché, ſans en tirer d'autre conſéquence, que celle d'aſſujettir ſon art à un fait que l'uſage lui avoit montré. Il n'en fut pas de même du Philoſophe ; l'action limitée par la Nature même, lui fit ſoupçonner une cauſe méchanique à laquelle perſonne n'avoit encore penſé ; & Toricelli ſon Diſciple eut l'honneur de la mettre en évidence. Ce fut par cet heu-

reux

reux événement que l'*horreur du vuide* disparut pour toujours de la Physique, & qu'un grand nombre d'effets qu'on faisoit venir de ce principe chimérique, ont été attribués depuis avec raison à la pression de l'Atmosphere.

C'est au hasard, dit-on, que nous devons une grande partie de nos découvertes; j'avoue que cela est vrai jusqu'à un certain point: mais quoique le hasard se montre indifféremment à tout le monde, ce qu'il y a de bien sûr, c'est qu'il ne produit rien, si l'on n'a pas l'attention de le saisir à propos, & l'adresse d'en profiter: la vertu qui dirige les pôles de l'aiman, celle qu'il a de communiquer ses propriétés au fer & à l'acier, s'étoient peut-être montrées mille fois avant qu'on les eût remarquées; & quand elles l'eussent été plutôt, quel profit en eussions-nous tiré, si les Physiciens qui firent ces observations, se reposant sur leurs premieres découvertes, n'eussent pensé qu'il en pouvoit naître un instrument propre à diriger la Navigation? Ces petits animaux que nous nommons des Insectes, & que le vulgaire mépriſe, parce qu'il ignore ce qu'ils ont d'admirable, ne se cachent pas

plus d'un ignorant que d'un sçavant ; mais celui-ci les suit d'un œil curieux, par-tout où l'autre les écrase avec une froide indifférence: l'illustre Auteur qui nous a déja donné six volumes de leur histoire, sans avoir épuisé ce que l'on peut sçavoir de leurs structures, de leurs mœurs, de leurs industries, &c. prouve, on ne peut pas mieux, par son exemple, ce que peuvent valoir les heureuses rencontres aux Observateurs attentifs & pénétrans ; quiconque a parcouru son excellent Ouvrage, a dû remarquer dans bien des endroits, que quand le hasard lui a parlé, il n'a été instructif que parce qu'il parloit à qui sçavoit l'entendre.

Cette vive pénétration que je regarde comme une qualité désirable dans un Observateur, touche de fort près à un défaut dans lequel on doit bien prendre garde de tomber : en allant au-devant de ce que l'on ne voit point encore, il est dangereux de se livrer à son imagination, & de se laisser emporter au-delà des bornes d'un sage soupçon, d'un soupçon fondé sur une grande vraisemblance. De grands hommes ont donné dans cet écueil ; & ce n'est pas sans regret que nous voyons dans leurs Ouvra-

ges des opinions fort douteuſes, ou viſiblement fauſſes, mêlées avec les vérités les plus ſolides & les plus intéreſſantes. UnSçavant qui eſt parvenu à ſe faire une réputation brillante, peut riſquer bien des choſes, parce qu'on n'oſe le contredire de ſon vivant. Il abuſe quelquefois de cette eſpece d'impunité; mais qu'il ſe ſouvienne qu'elle n'aura qu'un tems, & que la poſtérité moins indulgente que ſes contemporains, ſe vengera ſur ſa mémoire des licences qu'il aura priſes : cet avis regarde principalement les Phyſiciens conſommés; mais il eſt bon de le faire goûter à ceux qui commencent.

S'il eſt avantageux de penſer promptement, d'avoir une vive imagination, parce qu'ordinairement elle accelere & multiplie les connoiſſances; il n'eſt pas moins néceſſaire d'être circonſpect dans ſes déciſions; de ne ſe fixer à rien, que l'on n'ait examiné auparavant le pour & le contre, & que l'on n'ait pris tout le tems qu'il faut pour peſer les raiſons ſur leſquelles on veut fonder ſes jugemens; imitant en cela la prudence d'un homme, à qui une excellente vûe fait appercevoir dans un grand éloignement, des objets qu'il ne diſtingue pas bien encore,

& qui, pour en parler avec sûreté, attend qu'il les ait vûs plus long-tems & de plus près; la grande portée de sa vûe fait qu'il découvre ce qui est absolument invisible pour d'autres yeux ; mais cette qualité, bien-loin d'être un avantage pour lui, ne seroit qu'une occasion d'erreur, s'il jugeoit avec précipitation de tout ce qu'il commence à appercevoir.

Les jugemens précipités ne tireroient point tant à conséquence, si ceux qui les portent avoient le courage de les réformer quand ils s'apperçoivent qu'ils se sont trompés, ou de convenir au moins de leurs méprises, quand on les leur fait remarquer. Mais l'amour propre rend opiniâtre ; souvent pour soutenir ses erreurs, on employe un tems & un travail dont on pourroit faire un meilleur usage : les mauvaises raisons qu'on s'efforce de faire valoir, séduisent toujours quelqu'un. L'honneur des sciences & la vérité ne peuvent que souffrir de cette malheureuse obstination.

Toutes les qualités dont j'ai parlé, & qui font, selon mon avis, le bon Observateur, me paroissent également nécessaires au Physicien qui s'applique aux Expériences : car il n'entreprend rien

qu'il n'ait des vûes ; toutes ses tentatives demandent à être conduites avec intelligence : les instructions qu'il cherche dépendent des résultats de ses opérations, & des conséquences qu'il en sçaura tirer : dans quel Art faut-il plus de patience, plus d'attention, plus de discernement, plus d'imagination, plus de prudence ?

Je dis qu'on a des vûes, & qu'on doit en avoir quand on entreprend de nouvelles Expériences ; mais ces vûes ne doivent nous permettre que de simples soupçons, ou tout au plus des suppositions, pour lesquelles il ne faut prendre aucun attachement, aucune prédilection, afin qu'on soit toujours prêt à les abandonner, si les faits ne concourent point à les vérifier, ou du moins à les rendre très-plausibles. Cependant aujourd'hui que la Physique Systématique est tombée dans un grand discrédit, parce qu'on a reconnu qu'il y avoit beaucoup d'abus, je crois qu'on blâme aussi d'une maniere trop générale & trop sévere ce qui s'appelle hypothese : j'ose dire qu'on peut & que l'on doit s'en permettre, si l'on se contente de concevoir des possibilités, pour les soumettre à l'expérience, & apprendre par cette voie

ce qu'elles peuvent avoir de réel. Si l'on me conteste cette regle de conduite, je puis l'autoriser sur l'exemple des plus grands Maîtres : je demande avec l'illustre Auteur du *Traité sur la Glace*, (*a*) si Newton n'avoit point une hypothese dans la tête, lorsqu'il mettoit les rayons solaires à toutes sortes d'épreuves; & s'il n'avoit pas conçu que les couleurs pouvoient être des propriétés de la lumiere, lorsque, le prisme à la main, il cherchoit à s'en assûrer ?

Je porte plus loin encore mon indulgence pour les conjectures : comme on ne peut pas toujours suivre par des épreuves, ce que l'on a imaginé qui pourroit être, parce que l'on manque de tems, d'occasions, ou de commodités, je ne voudrois pas qu'on ensevelît dans le silence & dans l'oubli, des pensées ingénieuses qu'on auroit rencontrées : en ne les donnant que pour ce qu'elles sont, en les laissant dans la classe des vraisemblances, on ne fait aucun tort aux vérités bien constatées, & l'on inspire souvent à d'autres qui en ont & le loisir & le pou-

(*a*) Voyez dans un excellent Discours, qui sert de Préface à cet Ouvrage réimprimé en 1749, ce que l'on doit penser des Systêmes.

voir, la volonté de les examiner & d'en faire connoître la juste valeur. Si M. Franklin se fût contenté de penser qu'on pourroit peut-être tirer du Feu Electrique d'un nuage orageux par le moyen d'une verge de fer dressée en l'air, & qu'il n'en eût rien dit, comme il n'en a rien fait, selon toute apparence, nous en serions encore réduits au simple soupçon que nous avions formé avant lui sur l'identité de la Matiere électrique avec celle du Tonnerre, au lieu que nous en sommes sûrs maintenant; parce qu'en entrant dans la pensée de cet ingénieux Physicien, on a pris la peine d'exécuter ce qu'il n'avoit fait que proposer.

Mais après ces ménagemens pour les hypotheses raisonnables, je passe condamnation pour toutes celles qu'une imagination trop hardie prend plaisir à fabriquer & à multiplier de sa pleine autorité, pour en former un corps de doctrine, avant que de sçavoir comment elles quadreront avec les faits que pourront fournir l'Observation & l'Expérience. Pour l'ordinaire ceux qui nous offrent de pareils systêmes, s'expriment d'une maniere impérieuse, qui nous laisse à peine la liberté de douter, comme si

la force des mots pouvoit procurer aux pensées la justesse & la solidité qu'elles n'ont pas : le ton & les expressions peuvent en imposer au vulgaire ; mais aux yeux des connoisseurs on n'en est que plus ridicule. Que ces exemples, quand il s'en trouvera, nous servent de leçons ; qu'ils nous apprennent à ne rien imaginer, ni gratuitement, ni trop légerement, & s'il nous arrive de mêler des probabilités avec des certitudes, ne parlons pas des unes & des autres avec une égale confiance.

Les mêmes intentions qu'on avoit en commençant les Expériences, doivent subsister pendant tout le tems qu'elles durent ; autrement il est impossible de bien conduire son travail. Ayez donc constamment votre objet en vûe ; écartez de vos manipulations tout ce qui peut les rendre inutilement plus difficiles, plus embarrassantes, plus dispendieuses, ou vous donner des résultats équivoques. Sur-tout ne vous rebutez pas de la longueur, de la délicatesse des opérations, de l'assiduité qu'elles exigent, des accidens & des doutes qui vous obligeront à les recommencer.

Il arrive souvent qu'une Expérience

entrepriſe dans certaines vûes, donne occaſion à des remarques d'un autre genre ; ſi nous nous arrêtions à tout ce qui ſe rencontre ainſi, jamais nous n'arriverions à aucune des connoiſſances que nous nous propoſons d'acquérir, parce que dans ces recherches incidentes, comme dans les premieres, il ſe trouveroit encore des cauſes de diverſion; nous changerions perpétuellement d'objets, ſans jamais en ſuivre. Il eſt bon de remarquer en paſſant ce qui mérite attention, pour y revenir une autre fois ; mais on doit de préférence aller à ſon premier but.

Toutes les fois qu'une Expérience peut s'exécuter ſimplement: & à peu de frais, c'eſt de cette maniere qu'il la faut faire. Un appareil pompeux peut être admis pour repréſenter avec éclat des effets déja connus ; j'approuve beaucoup l'élégance des inſtrumens, dont on meuble aujourd'hui nos Ecoles & les Cabinets des amateurs ; quoique les faits qu'on y démontre ne doivent rien de leur certitude, ni de leur utilité, à la décoration qu'on y met ; cependant lorſqu'on les préſente avec plus de grace, on peut eſperer qu'ils intéreſſeront davantage.

Mais je parle ici des Expériences que l'on tente dans son particulier, & dont on ignore encore quel sera le succès; plus on y fera entrer de préparation & de moyens, plus on aura à craindre de prendre le change sur la vraie cause des effets. En multipliant les circonstances, on s'engage à partager entre un grand nombre d'objets son attention, qui en devient d'autant plus foible pour chacun d'eux. Si l'on employe une grande quantité de matieres, lorsqu'une moindre suffit; si l'on fait les frais de vaisseaux précieux, de machines bien fines, avant que d'avoir fait des essais qui en garantissent l'utilité, on se jette dans des dépenses superflues, & souvent on se met par-là hors d'état d'en faire d'autres qui seroient nécessaires, ou bien on en perd tout-à-fait le goût.

S'il faut beaucoup de patience pour observer, en faut-il moins pour faire des Expériences, lorsqu'elles demandent à être exécutées avec lenteur, & que leur réussite dépend d'une certaine dose, d'une mesure bien exacte, d'un dégré de feu toujours égal, ou de quelqu'autre précision incommode ou difficile à saisir. La préparation du Phosphore d'urine se

trouvoit écrite depuis long-tems dans preſque tous les Livres de Phyſique, malgré cela, cette opération, il y a vingt ans, étoit encore un ſecret réſervé à deux ou trois Artiſtes, quoique nos plus habiles Maîtres euſſent entrepris bien des fois de les imiter : c'eſt que ce travail eſt très-long, & qu'il exige les attentions les plus fines de l'Art, & celles qu'on nomme des *tours de main*, parce qu'elles viennent moins de la réflexion que du haſard, de la dextérité, ou de l'habitude (*a*). Depuis Borrichius l'inflammation des huiles eſſentielles par l'eſprit de nitre paſſoit pour une Expérience auſſi difficile que curieuſe; il paroît même que ceux qui réuſſiſſoient à la faire, ne ſe renfermoient pas rigoureuſement dans les termes du Problême, puiſqu'ils mêloient l'acide vitriolique avec l'acide nitreux: à force de réflexions & d'eſſais, un de nos meilleurs Chymiſtes (*b*) nous a appris depuis quatre ans, que pour opérer à

(*a*) Voyez un Mémoire de M. Hellot, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1737.

(*b*) Conſultez un Mémoire de M. Rouelle, dans le Vol. de l'Académie Royale des Sciences, pour l'année 1747.

coup sûr, il suffit de verser l'esprit de nitre à plusieurs reprises. Il faut avouer que le succès de cette Expérience tient à bien peu de chose, & que ceux qui l'ont manquée, pour avoir versé tout d'une fois, ont essuyé une disgrace un peu forte pour une faute si légere. Le dégoût est encore plus grand & moins mérité, lorsqu'ayant surmonté toutes les difficultés qui se rencontrent dans le cours d'une opération, le Physicien la voit manquer par un accident imprévû qui la rend nulle, & qui oblige à la recommencer.

Mais je suppose qu'avec beaucoup de patience, d'attention & d'adresse nous ayons le bonheur d'arriver au but que nous nous étions proposé, nous en tiendrons-nous à une seule épreuve? Quelque certain que nous paroisse un premier résultat, il ne doit pas nous suffire pour former une décision de quelque importance: lorsqu'on veut être bien instruit d'une affaire, se contente-t-on d'entendre un seul témoin, s'il y en a plusieurs qui puissent déposer du même fait? Nous répéterons donc plusieurs fois la même Expérience, pour voir si l'effet qu'elle a montré d'abord se soutient constamment; & nous varierons nos procédés,

pour sçavoir si ce que nous croyons avoir appris, résulte unanimement des uns & des autres, imitant en cela l'instinct de la Nature, qui fait agir plusieurs de nos sens ensemble, pour nous faire mieux juger des objets qu'il nous importe de connoître.

La vie & les facultés d'un homme ne suffiroient pas pour répéter généralement toutes les Expériences qui viennent à sa connoissance : on est souvent obligé de s'en reposer sur la foi d'autrui: mais, pour ne point donner sa confiance au hasard & trop légérement, il faut la régler suivant le mérite des Auteurs, & le soin qu'ils ont pris de nous motiver ce qu'ils nous proposent à croire. Il n'est pas prudent de se rendre au premier mot de ceux qui ne se sont point encore fait connoître; & quant aux Maîtres de l'Art qui pourroient en imposer par leur réputation, ce seroit en quelque façon en abuser, s'ils se dispensoient de dire comment ils sont arrivés à tel ou tel résultat. Tout Physicien qui veut faire part de ses découvertes, doit donc exposer en détail de quelle maniere il a conduit ses Expériences, dans quelles circonstances il les a faites, & tous les effets qu'il a

apperçus, avec leur nombre, leur grandeur, leurs différences, &c. & n'en supprimer que ce qui est visiblement inutile & capable de produire une fastidieuse prolixité.

Si ce n'est qu'à ce prix qu'on peut se faire croire en Physique, on doit sentir combien il est important de ne souffrir dans son travail aucune négligence, aucune manipulation vicieuse, qui puisse le rendre suspect. Ne nous mettons jamais dans le cas de dire, que nous n'avons pas vû par nous-mêmes les effets que nous annonçons : si nous nous faisons aider, soyons témoins de tout ; qu'une révision bien exacte nous mette en droit de parler avec certitude de ce que l'on aura découvert en suivant nos vûes & sous notre direction ; ne nous fions pas à notre mémoire, encore moins à celle des autres : dans une suite d'opérations, il y a tant à observer, tant à retenir, que le parti le plus sûr & le plus commode, est d'en tenir compte par écrit.

Après avoir exposé les principaux devoirs d'un Observateur & ceux d'un Physicien qui étudie la Nature par la voie des Expériences, je ne dois pas laisser ignorer qu'il faut à l'un & à l'autre,

avec beaucoup de loiſir & de ſanté, une main adroite, un coup d'œil sûr, une grande connoiſſance des machines, & des reſſources pour s'en procurer. La dépenſe qu'exige l'acquiſition des Inſtrumens néceſſaires, & la difficulté de les faire conſtruire dans les lieux où l'on manque d'Ouvriers capables, eſt ſans doute un des plus grands obſtacles que l'on ait à ſurmonter dans la Phyſique expérimentale ; mais leur choix, leur uſage, leur entretien cauſent un tourment perpétuel à quiconque ne les connoît pas auſſi-bien, je devrois dire, mieux que l'Artiſte qui les a faits. Tous ces organes ont été imaginés par des Phyſiciens qui ont vécu en différens tems, & qui ont eu différentes vues ; chacun d'eux y a fait les changemens qu'il a jugé les plus convenables, ſuivant ſes lumieres. Il faut donc ſçavoir peſer les raiſons qui ont déterminé ces Auteurs, pour ſe fixer à telle ou telle conſtruction ; il faut juger qui eſt celui d'entre eux qui a le mieux penſé.

Ce n'eſt point aſſez qu'une machine ſoit exacte quand on la reçoit ; il faut qu'elle ſoit conſtruite de maniere à conſerver ſa juſteſſe dans l'uſage qu'on en

Commençans qui cherchent à s'instruire par la lecture des Ouvrages de Physique, entendent les expressions de Géométrie & d'Algebre, qu'on y employe très-communément aujourd'hui ; nous devons regarder aussi comme une chose nécessaire à celui qui veut étendre les progrès de la Physique, de posséder assez ces deux Sciences, pour s'en aider dans ses recherches, & pour évaluer ses découvertes : il y aura sans doute bien des occasions où il sera réduit au regret de n'en pouvoir faire usage ; mais dans celles-là mêmes l'Esprit géométrique l'empêchera de s'écarter du vrai, en suivant des routes détournées, & lui fera voir les *à peu près* avec plus de justesse. Partout ailleurs les combinaisons, la mesure & le calcul, lui apprendront d'avance ce qu'il peut attendre de son travail, lui ouvriront de nouvelles vûes, & l'empêcheront de prendre de fausses apparences pour des réalités.

Après avoir recommandé de très-bonne foi l'application de la Géométrie à la Physique, après avoir reconnu de même que l'étude de la Nature n'a commencé que depuis cette heureuse union à faire de véritables progrès, ose-

rois-je dire qu'il est dangereux pour un Physicien, de prendre beaucoup de goût à la Géométrie? On ne manquera pas de m'opposer des exemples vivans, qui me prouveront sans replique qu'on peut être en même tems excellent Géometre & très-habile Physicien; mais ces bons modéles sont-ils toujours imités? Pour un petit nombre de ces Génies sages, à qui la gloire d'exceller dans une Science exacte, n'a pas fait perdre le goût d'une étude, où l'on ne trouve presque jamais, ni précision, ni certitude complette, & qui n'ont recours aux calculs, & aux expressions Géométriques, que quand l'importance des questions, la nature & la nécessité des preuves le demandent : combien n'en voyons-nous pas qui ne peuvent plus descendre des hautes spéculations où ils se sont élevés, qui dédaignent tout ce qui est au-dessous! Combien d'autres qui n'ont pas tant de chemin à faire pour se mettre au niveau du commun, se plaisent à rendre en caracteres Algébriques, des vérités qui ne perdroient rien de leur valeur, quand elles seroient exprimées d'une maniere intelligible à tout le monde! De tels Ecrits bien appréciés

montrent assez clairement, que le peu de Physique qui s'y trouve a servi de prétexte à une autre Science, dont on a voulu faire parade.

Qu'il me soit permis, en finissant ce Discours, de faire des vœux pour certaines qualités du cœur, d'où dépendent, selon moi, le principal mérite & la plus solide satisfaction du Physicien. Je voudrois qu'il aimât la vérité par dessus tout, & que dans ses études, il eût toujours en vûe l'utilité publique : animé par ces deux motifs il ne produira rien qu'il ne l'ait examiné avec la plus grande sévérité ; jamais une basse jalousie ne lui fera nier ou combattre ce que les autres auront fait de bien : la vanité de paroître inventeur ne l'empêchera pas de suivre ce qui aura été commencé avant lui ; & ne le portera pas à s'occuper de frivolités brillantes, plutôt que de s'abaisser à des recherches utiles qui auroient moins d'éclat aux yeux du vulgaire.

Oui, je fais mille fois plus de cas de ces zélés Citoyens qui appliquent leurs lumieres & leurs talens à rendre potable l'eau qui ne l'est pas, à maintenir dans son état naturel celle qu'on embarque

par proviſion, à purifier l'air dans les lieux où il eſt ordinairement mal ſain, à rendre la Bouſſole d'un ſervice plus ſûr, à perfectionner la culture des terres, à conſerver le produit des moiſſons, quoique tous ces objets ayent été entamés; que de ces Sçavans orgueilleux, qui cherchent à nous éblouir par la grandeur apparente, mais ſouvent imaginaire, ou par la ſingularité des ſujets qu'ils entreprennent de traiter. Eſt-il un homme ſenſé qui puiſſe voir ſans admiration, ſans reconnoiſſance, un Philoſophe illuſtré par les travaux les plus applaudis, & jouiſſant depuis long-tems de la réputation la plus grande & la mieux méritée, appliquer une partie de ſes connoiſſances & de ſes talens aux ſoins d'une ménagerie, quand il croit y voir un nouveau moyen de procurer l'abondance? Au riſque de paſſer pour un ſimple imitateur dans l'eſprit des gens mal inſtruits, il conſacre généreuſement à ces utiles recherches, des années de méditations & d'eſſais, pendant leſquelles il eût pu ſe flatter de pénétrer les ſecrets de la Nature qui piquent le plus la curioſité des hommes.

C'eſt ſur ces grands exemples que je voudrois voir les nouveaux Phyſiciens ſe former ; ſi les forces nous manquent pour atteindre à cette ſupériorité de lumieres qui diſtingue ces hommes rares, allons auſſi loin que nous le pourrons en marchant ſur leurs traces, & ſurtout ayons la noble émulation de les égaler dans leurs vertus.

Fin du Diſcours.

EXPLICATIONS

De quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage.

AIRE, ſuperficie ou eſpace enfermé dans une figure quelconque ; l'air du cercle, par exemple, eſt l'étendue qui eſt terminée par la circonférence.

ANGLE, ouverture de deux lignes qui ſe rencontrent en un point comme *AC*, *BC*, *fig.* 1. le point de concours ſe nomme le *ſommet* ou la *pointe* de l'angle. On diſtingue principalement trois ſortes d'angles : ſçavoir, l'angle *aigu*, l'angle *droit*, & l'angle *obtus* : l'angle aigu eſt celui dont l'ouverture embraſſe moins que le quart d'un cercle qui auroit pour centre le ſommet de l'angle, comme *ACB*, *fig.* 1. l'angle droit eſt celui dont l'ouverture embraſſe juſtement un quart de cercle, comme *ACD* ; & l'angle obtus eſt celui dont l'ouverture eſt plus grande qu'un quart de cercle, comme *ACE*.

ANGULAIRE, qui a un ou pluſieurs angles.

ANGULEUX, ce terme est quelquefois employé pour signifier qu'un corps est tranchant par plusieurs endroits.

ARC, partie de la circonférence d'un cercle. Comme toute cette ligne est divisée en 360 parties égales, les arcs se distinguent entre eux par le nombre de ces parties ou dégrés qu'ils contiennent; ainsi l'on dit, un arc de 10, de 30, de 50 dégrés. Celui qui en contient justement 90, se nomme plus ordinairement *quart de cercle*; comme lorsqu'il en a 180, on l'appelle communément *demi-cercle*: tels sont les arcs, *ABD*, *ADF*; *fig.* 1. On donne aussi le nom d'arc aux parties de toutes les autres courbes qui ne sont point circulaires: on dit l'arc d'une parabole, d'une ellipse, &c.

ATMOSPHERE, vapeurs, ou exhalaisons qui sortent d'un corps, & qui l'entourent uniformément jusqu'à une certaine étendue; ce mot s'entend communément de la masse d'air qui enveloppe le globe terrestre, & qui reçoit tout ce qui s'exhale continuellement de la terre.

AXE, ligne droite qu'on suppose immobile pendant que le corps qu'elle traverse fait sa révolution autour d'elle.

L'axe

L'axe d'une sphère ou d'un globe, est une ligne droite qui passe au centre, & qui aboutit à deux points opposés de la surface, qu'on nomme *pôles*. L'axe d'un cône est aussi une ligne droite qui commence au sommet, & qui aboutit au centre de la base, comme *I K*, *fig.* 2.

BASE, ce qui sert de fondement & d'appui à quelque corps ou à quelque machine; on appelle la base d'un cône ou d'une pyramide, le plan le plus bas qui les termine, comme le cercle représenté par *L M K*, *fig.* 2.

CENTRE, milieu, ou l'endroit qui est également distant de toutes les parties opposées & correspondantes d'un même corps. Le centre du cercle est un point également éloigné de tous ceux qui composent la circonférence, comme *C*, *fig.* 1. Le centre d'une sphère ou d'un globe, est le point qui est également distant de toute la superficie. On donne quelquefois le nom de centre à un point qui n'est pas également distant de tous ceux qui terminent la figure; il suffit qu'il partage en deux parties égales tous ses diametres: ainsi *P* peut être regardé comme le centre de l'ellipse représentée par la *fig.* 3.

CERCLE, figure terminée par une ligne courbe, dont tous les points *A*, *D*, *F*, *G*, &c. sont également distans d'un autre point *C*, qu'on nomme *le centre*, *fig.* 1. On est convenu de diviser tout cercle, petit ou grand, en 360 parties égales, qu'on nomme *dégrés*; de sorte que ces parties sont toujours proportionnelles, c'est-à-dire, plus grandes dans les grands cercles, plus petites dans les plus petits, mais toujours en même nombre dans les uns & dans les autres. Chaque dégré se subdivise en 60 *minutes*, chaque minute en 60 *secondes*, & chaque seconde en 60 *tierces*. Dans la sphère on distingue deux sortes de cercles, les grands & les petits. Les premiers sont ceux dont le diamétre passe au centre même de la sphère, tels sont l'Equateur, l'Horizon, le Zodiaque, &c. On appelle petits cercles, ceux dont le plan ne partage pas la sphère en deux parties égales; ou, ce qui est la même chose, dont le centre n'est pas le même que celui de la sphère: tels sont les cercles polaires, & les deux tropiques.

CIRCONFÉRENCE, ligne courbe qui rentre sur elle-même, qui termine & renferme un certain espace; telle est la

ligne *QTRS*, *fig.* 3. ou *ADFG*, *fig.* 1. On confond assez souvent le cercle avec sa circonférence ; cependant, à parler exactement, la circonférence est une ligne qui termine, & le cercle est l'espace terminé.

CIRCULAIRE, qui a la forme d'un cercle, ou qui se fait en tournant autour d'un centre. le mouvement d'une fronde est circulaire.

CONCAVE, qui est creux & rond : le dedans d'une calote ou d'un chapeau est concave.

CONCENTRIQUE, qui a le même centre ; le cercle *n o h*, *fig.* 4. est concentrique à *N O H*, parce que le centre *C* est commun aux deux.

CONE, corps solide formé par la révolution d'une ligne droite fixée par un bout, & qui décrit par l'autre un cercle dont le rayon est plus petit qu'elle, c'est la forme qu'on donne communément aux pains de sucre ; *voyez la fig.* 2. le point *I* se nomme le *sommet* ou la *pointe* du cône ; la ligne *I K*, son *axe* ; & le cercle *LMK*, sa *base*.

CONIQUE, qui a la figure d'un cône, ou qui appartient au cône ; les différentes figures qui naissent de la coupe

d'un cône, se nomment *sections coniques*.

CONVERGENTS, se dit de deux rayons de lumiére qui tendent à se réunir en un point. Si *A C*, *B C*, *figure* 1. étoient deux rayons de lumiere qui partissent des points *A* & *B*, leur *convergence* seroit en *C*, & le dégré de cette convergence seroit exprimé par la valeur de l'angle *A C B*.

CONVEXE, courbé ou cintré comme la surface extérieure d'un globe.

CORDE, en terme de Géométrie, est une ligne droite dont les extrémités terminent un arc de cercle, comme *N O*, *fig.* 4. Cette ligne se nomme aussi *soutendante*. Si l'arc qu'elle mesure étoit la moitié de la circonférence, ou bien si elle passoit au centre du cercle, alors elle se nommeroit *diametre*.

COURBE, se dit d'une ligne dont toutes les parties ne sont pas dans la même direction, telle que l'arc *ABD*, *fig.* 1. On appelle aussi surface courbe, celle dont toutes les parties ne sont pas dans le même plan; telle est celle d'un globe, d'un cylindre, &c.

CUBE, corps solide régulier, terminé par six faces quarrées & égales : les dez à jouer sont de petits cubes : *voy. la fig.* 5.

CUBIQUE, qui a les dimensions d'un cube ; un pied cubique exprime une quantité de matiére contenue sous six faces, dont chacune est d'un pied en quarré.

CURVILIGNE, qui est composé de lignes courbes.

CYLINDRE, est un solide composé de plusieurs plans circulaires, égaux & concentriques : le premier & le dernier de ces cercles prennent le nom de *base*, & la ligne *AB* qui passe par tous les centres, se nomme l'*axe* du cylindre. *Voyez la fig.* 7.

CYLINDRIQUE, qui a la forme ou les dimensions d'un cylindre ; ce qui doit s'entendre d'une cavité, comme d'un corps solide. Un corps de pompe doit être intérieurement bien cylindrique.

DIAGONALE, ligne droite qui va d'un angle à l'autre opposé, dans une figure à plusieurs côtés ; telle est *VX*, *fig.* 6.

DIAMETRE, ligne droite qui partage un cercle en deux parties égales, comme *GD*, *fig.* 1. On appelle aussi de ce nom les lignes qui passent par le centre des autres figures ; comme *ST*, *fig.* 3. ou *VX*, *fig.* 6. On mesure les cercles par

leurs diamétres, comme auſſi toutes les figures, & tous les corps réguliers qui ſont compoſés de cercles; ainſi l'on compare les cylindres & les ſphères par leurs diamétres.

DIVERGENTS, ſe dit de deux rayons de lumiere qui partent d'un même point & qui vont en s'écartant l'un de l'autre, comme *C A*, *C B*, partant du point *C*, *fig.* 1. la *divergence* ſe meſure par la valeur de l'angle que font les rayons en s'écartant.

EQUILATERAL, qui a ſes côtés égaux, tel eſt le triangle *CDF*, *fig.* 8. compoſé de trois lignes égales; celui des côtés ſur lequel le triangle eſt poſé, ſe nomme ſa *baſe*, & l'angle qui eſt oppoſé, s'appelle le *ſommet*.

EXAGONE, qui a ſix côtés ou ſix faces: on dit un plan exagone, une pyramide exagone.

EXCENTRIQUE, qui n'a pas le même centre; le cercle *o h i*, *fig.* 4. eſt excentrique aux deux autres de la même figure, parce que ſon centre *D* n'eſt pas le même que le leur qui eſt en *C*; & la diſtance qui eſt entre *C* & *D*, eſt la meſure de cette *excentricité*.

GLOBE, eſt un ſolide régulier,

dont tous les points de la surface sont également distans d'un centre commun, *fig.* 9.

GLOBULE, petit globe : on se sert souvent de ce mot pour signifier un petit corps rond dans tous les sens ; le mercure en se divisant se met en globules ; les petites parties d'air paroissent dans l'eau en forme de globules.

HEMISPHERE, moitié de sphère ou de globe : on entend assez souvent par ce mot, cette partie de la terre qui est bornée par l'horizon rationel ; le Soleil éclaire tous les jours notre hémisphère.

HORIZONTAL, paralléle à l'horizon : ce mot désigne la position d'un plan ou d'une ligne.

INCIDENCE, signifie la chûte ou la direction d'une ligne sur une autre ligne ou sur un plan : on appelle *angle d'incidence*, celui qui est formé par cette rencontre.

LIGNE, est une suite de points qui se touchent : s'ils sont dans la même direction, ils forment une *ligne droite*, comme *E F*, *fig.* 10. sinon ils sont une *ligne courbe*, comme *E G F*. On conçoit toutes les lignes courbes comme des assemblages de lignes droites infiniment

petites, inclinées les unes aux autres ; *Ef, fg, gh, ik*, &c. *fig.* 10. en ce sens il n'y a point de ligne courbe proprement dite.

OBTUS, se dit d'un angle qui a plus de 90 dégrés. *Voyez* ANGLE.

PARALLELE, se dit d'une surface ou d'une ligne qui, dans toute son étendue, est également distante d'une autre ligne ou d'une autre surface. Les lignes *X x* & *V u*, de la *fig.* 6. sont paralleles entr'elles.

PARALLÉLOGRAMME, figure plane dont les côtés opposés sont paralléles entr'eux : telle est la *fig.* 6.

PENTAGONE, figure plane, terminée par cinq côtés.

PERPENDICULAIRE, en parlant d'une ligne ou d'une superficie, signifie qu'elle se présente à une autre ligne ou surface, de maniere qu'elle fait avec elle deux angles droits, ou au moins un ; la ligne *H I*, *fig.* 11. est perpendiculaire à *L M*.

PLAN, étendue ou superficie droite & unie, terminée par une ou par plusieurs lignes droites ou courbes : la *fig.* 1. représente un plan circulaire, la *fig.* 6. représente un plan quarré.

POINT, étendue fort petite, dont

on confond les dimenſions.

PÔLE, l'une des extrémités de l'axe autour duquel ſe font des révolutions. Les pôles du Monde ſont les deux points immobiles autour deſquels ſe fait le mouvement de toute la ſphère.

POLYGONE, figure qui a pluſieurs côtés; c'eſt le nom générique dont les eſpeces ſont, le triangle, le quarré, le pentagone, l'exagone, &c.

PRISME, corps ſolide terminé aux deux bouts par des plans polygones, égaux, ſemblables & paralléles, & dans ſa longueur, par autant de parallélogrammes qu'il y a de côtés aux deux polygones qu'on nomme les *baſes*. Quand ces deux baſes ſont des triangles, le priſme ſe nomme *triangulaire*, tel eſt celui qui eſt repréſenté par la *fig.* 12.

PRISMATIQUE, qui a la figure d'un priſme, ou qui a quelque rapport au priſme: on apppelle *verres priſmatiques*, ceux dont on ſe ſert pour ſéparer les rayons de la lumiére: on appelle auſſi quelquefois *couleurs priſmatiques*, les rayons colorés de lumiére, qu'un priſme de verre fait appercevoir.

PYRAMIDE, corps ſolide qui a pluſieurs faces, & qui s'éléve en diminuant,

fig. 13. Le cône peut être regardé comme une pyramide ronde.

QUADRILATERE, figure terminée par quatre lignes droites. La *figure 6.* eſt un quadrilatère régulier.

QUARRÉ, figure à quatre côtés, qui a les quatre angles droits : ſi les quatre côtés ſont égaux, elle ſe nomme *quarré parfait* ; s'il y en a deux longs & deux courts, qui ſoient oppoſés entr'eux, elle ſe nomme *quarré long ;* la *fig. 6.* eſt de la premiere eſpéce.

RAYON, en parlant d'un cercle, eſt une ligne droite tirée du centre à la circonférence ; telle eſt *CB* ou *CD*, *fig.* 1. le rayon du cercle s'appelle auſſi *demi-diamétre.*

RECTANGLE, ſe dit d'une figure qui a un ou pluſieurs angles droits : le triangle *VXu*, *fig. 6.* eſt rectangle, parce que l'un de ſes angles *u* eſt droit.

RECTILIGNE, qui eſt compoſé de lignes droites ; les deux triangles, ou le quarré de la *fig. 6.* ſont des figures rectilignes.

SECTEUR, eſt un triangle formé par un arc & par deux rayons : tel eſt *ABC*, *fig.* 1. Le ſecteur d'une ſphère eſt un cône droit, dont la baſe aboutit au plan d'un ſegment.

SEGMENT, est une portion d'une figure curviligne, terminée par un arc & par une corde ; *OZN, fig.* 1. est un segment de cercle. On dit aussi *segment de sphère*, pour exprimer la partie qui est contenue sous une portion de la surface convexe, & sous un plan qui ne passe point par le centre ; c'est en quoi le segment différe de l'hémisphère.

SINUS, est une ligne droite qu'on tire de la pointe d'un arc de cercle, perpendiculairement sur le diametre qui passe par l'autre bout du même arc, & celuilà s'appelle *sinus droit :* comme *HK*, *fig.* 1. mais la partie du diamétre coupé par le sinus droit jusqu'à la circonférence, s'appelle *sinus verse* ou *fléche*, *KG* ; & le rayon entier, ou demi-diamétre, est le *sinus total*, ou le plus grand de tous les sinus.

SPHERE. Voyez GLOBE.

SPHÉRIQUE, qui a la figure d'une sphère, comme une balle parfaitement ronde de toutes parts.

SPHÉROÏDE, corps solide qui approche beaucoup de la figure sphérique, mais qui n'est pas parfaitement rond de toutes parts, n'ayant point tous ses diamétres égaux ; telle est la figure

qu'on attribue maintenant à la Terre.

TRIANGLE, figure compriſe ſous trois lignes qui forment trois angles, *CDE*, *fig.* 8. Les triangles reçoivent différens noms, ſuivant la nature des lignes & des angles qui les compoſent. Ainſi l'on appelle triangle *rectiligne* celui qui eſt compoſé de lignes droites; *curviligne*, celui qui eſt formé par des lignes courbes; *mixte*, celui dont les côtés ſont en partie droits, & en partie courbes; *rectangle*, celui qui a un angle droit; *équilatéral*, celui dont les trois côtés ſont égaux, &c.

VERTICAL, ſe dit de ce point du Ciel qui répond directement au-deſſus de notre tête, ce que l'on nomme autrement *Zénith*: une ligne qui tombe à plomb de ce point, eſt néceſſairement perpendiculaire à l'horiſon; c'eſt pourquoi l'on ſe ſert quelquefois de ce mot pour exprimer une direction qui tombe à angles droits ſur un plan horizontal.

LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE

PREMIERE LEÇON.

PRÉLIMINAIRE.

LA Physique est la science des corps : son objet est de les connoître par leurs propriétés, par les effets qu'ils présentent à nos sens, & par les loix selon lesquelles s'exercent leurs actions réciproques. C'est en quoi principalement elle différe de l'Histoire Naturelle, qui nous apprend seulement quelles sont les productions de la nature, & les differences sensibles qui les carac-

I. LEÇON.

térisent selon leurs genres & leurs es-
peces.

I. LEÇON. Nous appellons *Corps naturels* toutes les substances matérielles dont l'assemblage compose l'univers. Ce que nous remarquons en elles d'uniforme & de constant dont nous n'appercevons pas les causes, nous le nommons *propriété*; & nous partons de-là comme d'un point fixe, pour expliquer les différens phénomenes, sans oser assûrer que ce que nous donnons pour premiere cause physique, ne soit l'effet d'un autre principe qui nous est inconnu.

Si nous étions certains d'avoir entiérement pénétré la nature des corps; si nous sçavions, à n'en point douter, qu'ils n'ont point d'autres propriétés que celles qui sont déja parvenues à notre connoissance, nous pourrions nous flatter avec raison d'en avoir une idée complette, & nous n'aurions plus que des applications à faire pour rendre raison des effets naturels, qui font l'objet de notre étude. Mais il s'en faut bien que nous puissions le présumer; rien ne nous met en droit de faire une pareille suppos-

tion ; l'expérience qui nous a appris ce que nous ſçavons de ces propriétés des corps, bien loin de nous dire qu'elle n'a plus rien à nous faire connoître, ſemble au contraire nous annoncer une ſource intarriſſable de nouvelles découvertes, par celles mêmes que nous faiſons tous les jours.

I. LEÇON.

Quoique la Phyſique ne puiſſe pas ſe vanter de ſçavoir tout ce que les corps ont de commun entr'eux, ou tout ce qu'il y a de particulier en chacun ; elle connoît cependant un certain nombre d'attributs, qu'elle regarde comme primitifs juſqu'à ce qu'elle apperçoive une cauſe premiere dont ils ſoient les effets, & qui ſe trouve généralement & d'une maniére abſolue dans tout ce qui eſt matiére. *Telles ſont*, par exemple, *l'étendue actuelle*, *la figure* en général, *la mobilité*, &c. qui accompagnent tous les corps d'une maniere inſéparable, dans quelque état ou dans quelque circonſtance qu'ils puiſſent être.

Il eſt des propriétés d'un ordre inférieur qui ne conviennent à tous

I. LEÇON.

les corps qu'autant qu'ils sont dans certains états ou dans certaines circonstances : celles-ci pour l'ordinaire ne sont que des combinaisons des premieres, & forment une seconde classe. Telle est, par exemple, la *liquidité*, qui dépend probablement de la mobilité respective des parties, de leur figure, de leur grandeur, &c. elle ne convient qu'aux matieres qui sont dans cet état qui les fait nommer *liqueurs* : elle appartient à l'eau qui peut couler, & point à la glace, quoique ce soit le même corps.

Enfin, ces propriétés du premier & du second ordre, se combinent de plus en plus, & conviennent à un nombre de corps d'autant moindre : alors elles ne s'étendent plus à tous comme les premieres; elles n'embrassent point certains états comme les secondes; elles se bornent à des genres, à des especes, aux individus même. Telles sont plusieurs propriétés de l'air, du feu, de la lumiere, des métaux, de l'aimant, &c. Nous allons traiter d'abord des propriétés les plus générales; & nous descendrons ensuite dans le détail de

celles qui sont particulieres à certains corps.

I. LEÇON.

PREMIERE SECTION.

De l'étendue & de la divisibilité des Corps.

CE qui se présente le premier à nos idées, ou du moins à nos sens, quand nous examinons les corps qui nous environnent; c'est leur *étendue;* c'est-à-dire, une grandeur limitée d'une façon quelconque, à laquelle on conçoit des parties distinguées les unes des autres.

L'étendue matérielle dont il s'agit ici, a trois dimensions, *longueur*, *largeur*, & *profondeur*, que les Géométres considérent & mesurent séparément l'une de l'autre, mais qui sont inséparables en Physique; car le plus petit corps est solide; il a au moins deux surfaces réellement distinguées, & comme la profondeur est composée de surfaces, & que les surfaces résultent d'un assemblage de lignes,

I. LEÇON.

il s'enſuit que le moindre de tous les corps eſt long, large, & profond.

Tous les grands corps, je veux dire ceux dont l'étendue eſt aſſez grande pour être viſible ou palpable, peuvent ſe partager en pluſieurs portions, qui décroiſſent toujours de grandeur, à proportion que la diviſion augmente, juſqu'à ce qu'enfin chacune d'elles échappe à nos ſens. C'eſt ainſi que la lime réduit comme en poudre, un morceau de métal que le ciſeau a ſéparé d'une plus groſſe maſſe.

Quelque petites que nous paroiſſent alors ces portioncules de matiere, on ſe perſuade aiſément qu'elles ſont encore diviſibles : les Arts nous font connoître par mille procédés différens, que ces petits corps ſont eux-mêmes des aſſemblages de *molécules* ou petites maſſes ſéparables les unes des autres ; le grain de froment que la meule met en farine, ſe ſubdiviſe encore bien davantage dans l'eau qui l'aide à fermenter.

Ces molécules elles-mêmes qui ne ſont ſenſibles que lorſqu'elles ſont pluſieurs enſemble, & que nos yeux peuvent à peine diſtinguer les unes

des autres avec le meilleur microscope, se décomposent encore en bien des occasions, & nous font connoître d'une maniere évidente, qu'elles ont des *parties* qui peuvent être séparées les unes des autres, & qui bien souvent ne se ressemblent pas. Un morceau de bois mis au feu, cesse bientôt d'être du bois : non-seulement les molécules qui composent sa masse, se désunissent ; mais les parties même que la nature avoit liées ensemble pour former ces molécules, cédent aussi à l'action du feu, & paroissent séparément sous la forme de fumée, de flamme, de cendres, &c.

I. LEÇON.

Enfin, ces dernieres parties, souvent différentes entr'elles, mais dont l'union formoit de petites masses semblables dans un même tout ; ces parties, dis-je, ne sont point encore des êtres que nous puissions regarder comme absolument insécables. Quoiqu'on leur donne quelquefois le nom de *principes*, c'est plutôt une dénomination d'usage, qu'un titre sur lequel on puisse s'appuyer pour leur attribuer l'indivisibilité physique. On a raison de croire que

I. LEÇON.

dans l'état où elles se présentent ordinairement, elles n'ont point acquis le dernier degré possible de petitesse; elles ont leurs *Elémens*, & ces Elémens sont encore de nature différente dans plusieurs: tel est, par exemple, le soufre qu'on regardoit autrefois comme une de ces substances inaltérables, employées par la nature dans la composition des corps, & qu'une Physique plus éclairée trouve encore le moyen de décomposer, & même d'imiter.

Mém. de l'Ac. 1704. p. 278.

Mais quand nous avons épuisé tous nos efforts pour diviser une matiere, que les procédés nous manquent, & que l'expérience refuse de nous éclairer; que devons-nous penser de la divisibilité des corps? & quelle doit être la régle de nos conjectures? devons-nous croire que tout est fait, que nous avons poussé la nature jusques dans ses derniers retranchemens, & que nous sommes arrivés à ces petits corps simples, avec lesquels on peut croire qu'elle a commencé l'ouvrage que nous avions entrepris de décomposer?

Il y auroit de la présomption à le penser; & les difficultés même que

nous avons trouvées dans nos tentatives, doivent au moins nous faire soupçonner le contraire. Quand nous entreprenons de diviſer un corps, l'exécution en devient de plus en plus difficile, à meſure que les parties diviſées décroiſſent de grandeur: c'eſt que nous ne pouvons les ſéparer, qu'en faiſant agir entr'elles une matiere étrangere qui les déſuniſſe, ou en les ſaiſiſſant extérieurement pour les forcer à ſe ſéparer: plus elles deviennent minces, moins elles donnent de priſe aux moyens qu'on employe; & leur déſunion eſt d'autant plus difficile, qu'elles ſe reſſemblent davantage, ou qu'elles approchent plus de la premiere ſimplicité, ſoit qu'elles ſe touchent alors par des ſurfaces plus analogues, ſoit qu'il ſe trouve peu de corps plus durs & plus petits qu'elles pour les entamer. Il eſt donc naturel de croire que quand une matiere ne ſe diviſe plus, c'eſt bien moins parce qu'elle n'a plus de parties à diviſer, que parce qu'il n'y a plus rien d'aſſez ſubtil pour interrompre ſa continuité.

I. LEÇON.

La matiere eſt-elle donc diviſible à l'infini?

I. LEÇON.

Ce que nous avons dit jusqu'ici, n'engage point à le conclure ; & cette question qui fait tant de bruit dans les Ecoles, paroît se réduire à peu de chose, quand on veut s'entendre. Car s'il s'agit d'une divisibilité purement idéale, il est évident qu'on peut répondre par l'affirmative ; puisqu'alors tout se réduit à sçavoir si l'on conçoit toujours comme divisible un corps, quelque divisé qu'il puisse être : or il est certain qu'on le conçoit ainsi, on imagine encore deux moitiés dans la plus petite particule : les surfaces qui la renferment, quoiqu'infiniment rapprochées, ne se confondent jamais ; & l'on pourra toujours dire la même chose à chaque nouvelle division qu'on voudra feindre. Cette divisibilité imaginaire n'a donc point de bornes ; de sorte que si l'art & la nature s'entendoient pour exécuter tout ce que nous pouvons penser, on pourroit trouver dans l'aîle de la plus petite mouche un nombre de parties qui égaleroit enfin celui des grains de sable qui se rencontrent sur les bords de tout l'Océan : proportion qui ne peut paroître paradoxe qu'à ceux

qui confondroient la comparaison de nombres (qui est la seule dont il s'agit ici) avec celle des grandeurs matérielles. I. LEÇON.

Mais la nature est-elle aussi féconde que notre imagination? Ce que nous concevons comme possible, a-t-il lieu dans le réel? Ces petites portions d'étendue qui se touchent sans se confondre, pour être réellement distinguées l'une de l'autre, sont-elles pour cela actuellement divisibles, Ont-elles jamais existé, ou est-il même de leur nature de pouvoir exister séparément l'une de l'autre! C'est sur quoi l'expérience n'a rien prononcé de certain; & comme en matiere de Physique les preuves tirées des faits sont les seules qui éclairent, on peut dire que cette question est indécise.

Cependant plusieurs Philosophes en supposant des bornes à cette divisibilité physique, ont pris le parti de dire que les Elémens des Corps étoient absolument *insécables*, & que la nature même en les formant, s'étoit imposé comme une loi de ne les jamais diviser. Ils citent pour preuve une expérience de six mille ans; c'est pour

I. LEÇON.

cela, disent-ils, que l'état naturel des choses a toujours subsisté le même depuis sa premiere origine ; un chêne est toujours un chêne ; un cheval est aujourd'hui ce qu'il étoit au commencement ; si les germes, ou ce qui constitue chaque nature en particulier, étoit quelque chose de divisible, la nature en général n'auroit-elle pas changé de face, par les differentes mutations qu'auroient souffertes les especes particulieres ?

Quoique j'aie plus de penchant pour admettre les *Atomes* ou Corpuscules insécables, que pour supposer la matiere physiquement divisible à l'infini ; je ne puis dissimuler cependant que l'argument que je viens de citer, tout spécieux qu'il est, n'a point assez de force pour décider la question, & qu'on y peut répondre validement. Car, quand bien même ces petits Etres, production immédiate de la création, ne seroient point insécables, comme on le suppose, l'Auteur de la nature n'auroit-il pas pourvû suffisamment à la durée de ses œuvres, en ne laissant dans le monde que des moyens impuissans pour en dé-

ranger l'œconomie? Que l'on prouve donc que l'indivisibilité absolue des parties primordiales est la seule voie qu'ait dû prendre la sagesse du Créateur, pour rendre chaque espece inaltérable. Mais si cette admirable uniformité avec laquelle nous voyons que la nature se reproduit tous les jours, n'est point une preuve invincible de l'existence des Atomes; elle doit au moins faire penser que nous ne devons pas nous promettre si légérement de changer, selon notre gré, une matiere dans une autre; tous les moyens que l'art pourroit nous fournir pour de semblables opérations, ne seroient que de foibles imitations de la nature, des digestions, des fermentations, des calcinations, &c. & si la nature elle-même depuis son origine s'est conservée constamment, & sans aucun changement, malgré tous les mouvemens qui se sont opérés & qui s'opérent tous les jours dans son propre sein; devons-nous nous flater de faire des miracles dans nos Laboratoires? La Chymie plus sçavante aujourd'hui qu'elle n'a jamais été, abandonne par cette raison même,

I. LEÇON.

I. LEÇON.

de plus en plus ces sortes de prétentions chimériques, pour s'attacher à des opérations d'une utilité plus réelle. Elle décompose, le plus qu'elle peut, les productions naturelles, pour en connoître les propriétés; elle en fait des Extraits qu'elle tourne à nos usages; & si elle cherche à imiter la nature, ce n'est plus en essayant de composer des matieres qu'elle ne se flatte pas même de bien connoître.

De ce que nous venons de dire touchant la divisibilité des Corps, il résulte, 1°. qu'il n'y a point de bornes à cette division mentale, qui n'exige dans la matiere qu'une distinction réelle de parties; 2°. que la divisibilité physiquement possible ou non possible à l'infini, n'est qu'une affaire de système, où l'on trouve des probabilités pour & contre; 3°. qu'on ne peut nier au moins une multiplicité de parties actuellement séparables, & si petites, que leur nombre & leur ténuité surpasse de beaucoup les idées communes.

La derniére de ces trois propositions est la seule qui soit susceptible de ce genre de preuves auquel nous

nous bornons dans cet ouvrage. J'en appelle donc à l'expérience, & j'entreprens de faire connoître par des faits dignes de curiosité, ce que l'on doit penser de la prodigieuse divisibilité des Corps.

I. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

QUE l'on établisse sur trois petits cloux, ou d'une maniere équivalente, une piéce mince de monnoie, de cuivre, ou d'argent; & qu'on allume dessous & dessus de la fleur de Soufre, ainsi qu'il est représenté par la *Figure* 1.

EFFETS.

PAR cette opération dont on dit que certaines gens abusent pour altérer la monnoie, la piéce se sépare en deux selon son plan; & fort souvent l'une des deux parties plus mince & plus cassante, laisse encore l'autre assez bien marquée pour ne paroître pas sensiblement diminuée.

I. LEÇON.

EXPLICATIONS.

UN Corps eſt diviſé, quand la liaiſon de ſes parties eſt interrompue par une matiere étrangere, & qui n'eſt pas propre à s'unir avec elle: c'eſt ainſi qu'une lame de couteau ſépare un morceau de bois en deux. La partie la plus ſubtile du Soufre qui ſe développe en brûlant, & qui s'inſinue de part & d'autre entre les parties du métal dilaté par le feu, forme dans l'intérieur de la piéce, & ſelon ſon plan, une couche de matiere étrangere au métal, qui cauſe la diviſion, & qu'on apperçoit, quand les parties ſont ſéparées.

APPLICATIONS.

LA même cauſe qui déſunit les ſurfaces liées, les empêche auſſi de ſe joindre, quand bien même elles auroient pour cela toutes les diſpoſitions néceſſaires: c'eſt donc par cette raiſon, qu'on employe les huiles & les graiſſes pour tenir ſéparées des matiéres dont on veut empêcher l'union ou le mêlange; quelque choſe d'humide, pour prévenir l'adhérence de celles

celles qui sont grasses; des poudres absorbantes, quand il régne sur les superficies une fluidité qui les feroit s'attacher. Ainsi, pour nous servir de quelques exemples familiers, nous ferons remarquer qu'on employe le beurre à froid & par couches dans les pâtes qui doivent être feuilletées; que l'on enduit de quelque matiere liquide l'intérieur des moules où l'on doit couler la cire, le soufre, &c. & que l'on pose sur du sable sec les vaisseaux nouvellement formés dans les manufactures de porcelaines ou de fayance. C'est aussi pour cette raison que dans les Arts on a grand soin de bien nétoyer les surfaces qu'on veut assembler à demeure. I. LEÇON.

L'usage des colles & des soudures n'est point un argument qui démente cette proposition; quoique ce soit interposer une matiere étrangere entre les parties qu'on veut joindre.

Ce qui fait principalement qu'une couche d'eau interposée, par exemple, entre deux morceaux de cire entretient ordinairement leur désunion, c'est que l'eau n'étant point propre à pénétrer dans les Corps gras, & ne

I. LEÇON.

s'y appliquant même qu'imparfaitement, ſon interpoſition ne peut point leur ſervir de lien commun. Mais il n'en eſt pas de même d'une colle qui peut pénétrer tant ſoit peu dans les piéces qu'elle doit attacher enſemble; c'eſt un Corps fluide, quand on l'employe, & qui par cette raiſon ſe moule de part & d'autre dans les creux inſenſibles des ſurfaces; mais bien-tôt il devient ſolide, parce que ſon humide l'abandonne, & qu'il pénétre plus avant; alors ces petits liens multipliés preſqu'autant de fois qu'il y a de petits vuides entre les parties ſolides des ſurfaces, font une adhérence très-conſidérable. C'eſt par le même principe, quoiqu'un peu différemment, que les ſoudures ſervent à lier les métaux; un mêlange de plomb & d'étain, par exemple, mis en fuſion par l'attouchement d'un fer chaud, pénétre dans les premieres ſurfaces du métal dilaté par la même chaleur; un prompt refroidiſſement donne lieu à ſes parties de ſe rapprocher; la ſoudure qui perd en même tems ſa fluidité, ſe trouve adhérente de part & d'autre, ſert de lien commun aux piéces, & les joint.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

DANS un verre à boire on met des petites feuilles de cuivre : dans un autre verre ſemblable on met un peu de limaille de fer ou d'acier ; on verſe dans l'un & dans l'autre une demi-once d'eau-forte. Voyez *les Figures 2. & 3.*

EFFETS.

DANS le premier vaiſſeau il ſe fait un petit bouillonnement; le métal paroît agité ; ſon volume diminue en apparence ; la liqueur s'échauffe ; elle prend une couleur verte ; les feuilles diſparoiſſent enfin ; & l'on apperçoit une vapeur qui s'éleve au-deſſus du verre. Dans l'autre vaſe on remarque des effets à peu près ſemblables, mais plus prompts plus violens, & la couleur approche du rouge.

EXPLICATIONS.

LES parties de l'eau-forte qu'on

I. LEÇON.

peut considérer comme autant de petits tranchans, ou de petites pointes fort aiguës, sont portées entre les parties du cuivre & du fer, par une force dont la connoissance partage encore les Physiciens, & sur laquelle l'expérience n'a point encore prononcé d'une maniere décisive; chaque petite masse pénétrée de toutes parts, disparoît peu à peu par la division de ses parties qui nagent indépendamment les unes des autres dans la liqueur qui les a désunies, & qui, par leur mêlange, paroît sous une couleur qu'elle n'avoit pas avant l'opération. La chaleur qui naît pendant la dissolution est une suite naturelle du mouvement des parties & de l'action d'une matiere sur l'autre : comme aussi la vapeur qui s'éléve sensiblement, est un effet de la chaleur augmentée.

La même chose s'opére dans l'autre verre avec plus de promptitude, & avec plus de violence; la principale raison de cette différence, c'est que l'eau-forte dont on se sert dans ces deux opérations pour diviser les masses, a plus lieu d'exercer son ac-

tion sur le fer réduit en limaille, que sur le cuivre qu'on a laissé en feuilles ; elle agit d'autant plus qu'elle est appliquée en même tems à plus de surfaces ; or les quantités de matieres étant égales, celle-là présente plus de superficie, qui est plus divisée. Supposons, par exemple, une once de fer rassemblée en une petite masse sphérique ; si l'on coupe ce petit globe par son diamétre, on augmentera sa surface ; car il n'aura pas moins qu'auparavant celle de ses deux hémisphéres ; mais il aura de plus celle qu'on aura fait naître par sa coupe diamétrale : & si l'on multiplie les coupes, il est aisé de voir qu'on augmentera de plus en plus sa superficie.

I. LEÇON.

Une raison qu'on peut ajouter, c'est que le cuivre, à volume égal, est plus pesant que le fer ; il y a donc plus de vuide dans le dernier de ces deux métaux, & par conséquent plus d'accès à l'eau-forte ; toutes choses étant égales d'ailleurs.

Quant aux couleurs que prend la liqueur par ces dissolutions, ce n'est point ici le lieu d'en parler ; nous

I. LEÇON.

expliquerons ces sortes d'effets en traitant de la lumiere.

APPLICATIONS.

L'EAU commune fait à l'égard d'un grand nombre de corps, ce que l'eau forte opere sur les métaux, elle divise les terres, les sels, les sucs des plantes, &c. elle se charge de leurs parties divisées, & elle les tient séparées, tant qu'elle est en quantité suffisante pour empêcher qu'elles ne se rejoignent. Les rivieres ne paroissent troubles après les pluies ou après les fontes de neiges, que parce qu'elles reçoivent alors dans leurs lits des eaux qui sont chargées de sable & de terre. Les sources minérales prennent leurs différentes qualités des matieres qu'elles contiennent en particules si subtiles, que leur transparence n'en est point altérée ; & la mer est salée, selon l'opinion commune & la plus vraisemblable, parce qu'elle dissout des mines de sels qui se rencontrent dans son lit, comme il s'en trouve dans les autres parties de la terre.

Ces sortes de dissolutions ne dé-

compoſent point les Corps ; elles ne font rien autre choſe que diviſer leurs maſſes, & rendre indépendantes les unes des autres les molécules ainſi déſunies. L'art nous fournit même des moyens très-faciles pour les remettre dans leur premier état ; il ſuffit le plus ſouvent d'évaporer la liqueur qui les tient en diſſolution : & c'eſt la voie la plus ſimple, quand leurs parties ſont moins évaporables que celles du diſſolvant. Cette pratique eſt en uſage pour ſéparer le ſel de l'eau dans les Salines, pour tirer le ſalpêtre des leſſives qui le contiennent, pour rafiner les ſucres, pour augmenter la force des bouillons qu'on nomme conſommés, & généralement pour épaiſſir toutes les matiéres, où la partie liquide eſt trop abondante.

On peut encore raſſembler ce qui eſt diſſous en le précipitant ; ce qui ne manque pas d'arriver toutes les fois qu'on préſente au diſſolvant une matiére plus pénétrable pour lui, que celle dont il eſt chargé ; car alors en entrant dans la nouvelle maſſe, il dépoſe les autres parties que leur pro-

I. LEÇON.

pre poids rassemble au fond du vase : c'est ce qu'on voit arriver, par exemple, quand on verse de l'esprit-de-vin sur de l'eau qu'on avoit rassasiée de sucre ; parce que l'un de ces deux liquides pénétre l'autre, & abandonne les parties de sucre dont il étoit chargé.

Quand on précipite ainsi les métaux, on le peut faire d'une façon curieuse, & qui n'est que trop capable d'en imposer à ceux qui ne sont point instruits de ces sortes de faits. Si, par exemple, on trempe une lame de fer dans une dissolution de cuivre ou de vitriol bleu avec l'eau-forte, le dissolvant agira par préférence sur le fer, & déposera des parties de cuivre en la place de celles qu'il détachera de la masse de fer, de sorte qu'à la fin de l'opération on pourra tirer du vaisseau un lame de véritable cuivre : mais c'est abuser de cette expérience, que de la proposer comme un procédé pour convertir le fer en cuivre ; puisqu'on ne retire jamais de ce dernier métal, que ce qu'on en avoit fait entrer dans la premiere dissolution.

Les

Fig. 1.

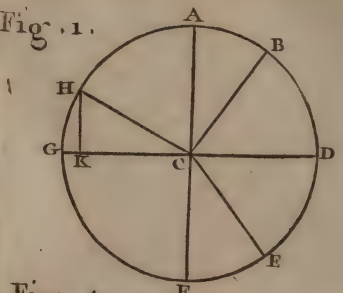


Fig. 2.

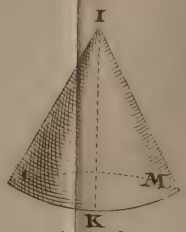


Fig. 3.

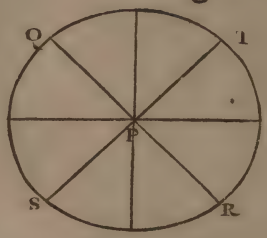


Fig. 4.

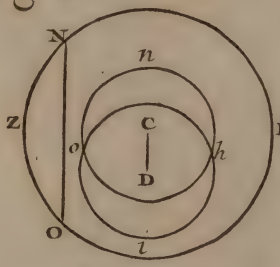


Fig. 5.

Fig. 6.

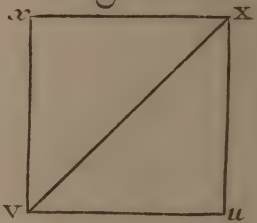


Fig. 7.

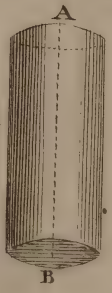


Fig. 8.

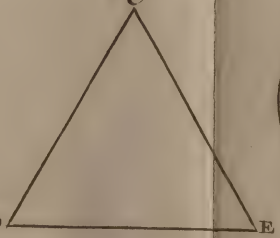


Fig. 9.

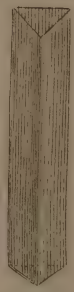


Fig. 10.

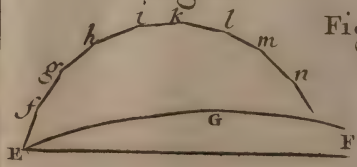


Fig. 15.

Fig. 11.

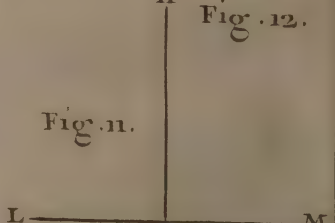
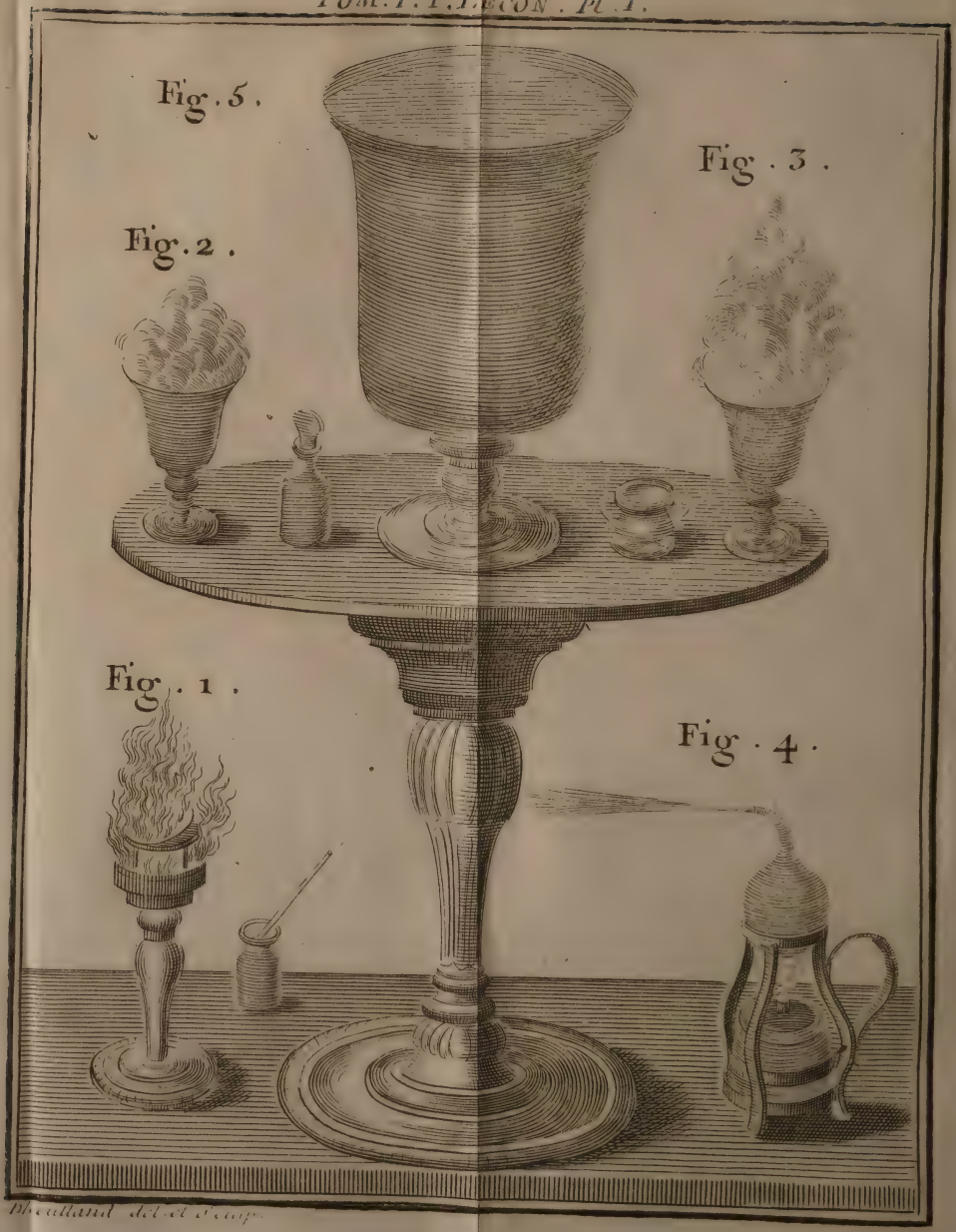


Fig. 12.



Bouillard del. et Sculp.

I. LEÇON.

Les infusions, à proprement parler, ne sont encore que des dissolutions ordinairement plus lentes, avec cette différence qu'au lieu de faire disparoître toute la masse, elles en détachent seulement une certaine portion.

Les corps qu'on fait infuser sont pour l'ordinaire composés de parties de différentes natures : la liqueur qui les pénétre, se charge de celles qui cédent à son action ; & les autres qui s'y refusent, demeurent liées sous un volume qui différe peu de celui qu'elles avoient. Le bois d'Inde, celui de Brésil, &c. trempés dans l'eau commune, lui abandonnent un certain suc que la nature a placé entre les fibres de ces sortes de bois ; cet extrait qui fait une teinture, ne laisse point appercevoir de diminution sensible quant au volume, dans les morceaux qui en sont dépouillés.

Les infusions deviennent bien plus promptes & plus chargées avec l'eau chaude : la chaleur augmente la liquidité de l'eau, & la rend plus pénétrante ; elle dilate les solides qu'on y plonge, & les rend plus pénétrables ; ces deux raisons concourent au mê-

I. LEÇON.

me effet. Les racines & les fruits qu'on fait cuire pour servir d'alimens, ne se dépouilleroient point dans l'eau froide des sucs acres & des autres parties désagréables, qu'on leur ôte en les faisant bouillir.

Quoique les dissolutions & les infusions qui ne font que diviser ou extraire, ne changent rien à la nature des parties qu'elles séparent & qu'elles détachent, cependant elles les rendent propres à des effets, pour lesquels on les appliqueroit en vain sans l'une ou l'autre de ces préparations. Quels secours pourroit-on attendre de la plûpart des minéraux ou des végétaux qu'on emploie dans la Médecine, si une division beaucoup plus grande qu'on ne peut la faire avec aucun tranchant ordinaire, ne procuroit à ces mêmes corps une quantité de surface suffisante, des grandeurs & des figures convenables aux parties intérieures du corps animé sur lequel ils doivent agir? Cette agréable variété de couleurs qu'on admire dans les étoffes & dans toutes les matieres susceptibles de teinture, ne vient-elle pas des infu-

sions en plus grande partie ? Des sucs qui se sont épaissis dans les plantes mêmes où la nature les a préparés, & qui y resteroient en pure perte pour nous, se ramollissent & s'étendent dans l'eau qui les pénétre ; ils s'impriment avec elle sur une surface préparée; l'eau s'évapore, & l'impression reste.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

LA quatriéme figure représente une petite cassolette de verre, en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleurs d'orange, ou de l'esprit-de-vin chargé de l'odeur de lavande, & posée sur une petite lampe allumée.

EFFETS.

QUAND la liqueur commence à bouillir, il sort par le bec de la cassolette une vapeur fort abondante qui se répand dans toute la chambre, & qui s'y fait sentir d'une extrémité à l'autre, sans cependant qu'il paroisse une diminution sensible dans le volume de la liqueur, lorsque l'expérience cesse après deux ou trois minutes.

I. LEÇON.

EXPLICATION.

LA vapeur qui porte son odeur dans toute la chambre, n'est rien autre chose que la partie la plus évaporable de la liqueur, que le feu a séparée de la masse, & qu'il a extrêmement divisée : ces petits corps, nonobstant le peu de diminution qu'ils causent au volume qu'ils ont quitté, se trouvent en assez grand nombre pour se répandre également, & se faire sentir dans un très-grand espace.

Si l'on veut connoître de plus près ce nombre prodigieux de particules odorantes, & se représenter d'une maniere plus précise la division surprenante qu'a dû souffrir la petite quantité de liqueur évaporée ; il suffit de la comparer au volume d'air contenu dans une chambre qui peut avoir 12 pieds en quarré sur 10 de hauteur. Quand ce peu de liqueur dont il s'agit, égaleroit deux lignes cubiques avant l'expérience, & qu'après l'évaporation, il ne se trouveroit que 4 particules dans chaque ligne cubique d'air ; (supposition qu'on peut faire en mettant les choses au

pis;) que de millions de parties n'appercevra-t-on pas par cette comparaison, & par ce calcul qu'on peut faire facilement? Mais ces millions de parties, de combien ne seront-ils pas encore augmentés, si l'on fait attention que ce qui fait ici l'odeur sensiblement répandue, n'est que la moindre partie de ce qui s'est évaporé? Car dans une liqueur ou dans une vapeur odorante on doit distinguer les parties propres du liquide de celles dont il est parfumé.

APPLICATIONS.

LES odeurs considérées par rapport à nos sens, sont des impressions faites sur l'organe par les Corpuscules qui s'exhalent des Corps odorans. Ce qui se passe en petit dans l'expérience qu'on vient de citer, nous l'éprouvons tous les jours en grand par divers effets naturels. Il regne sur notre globe un certain dégré de chaleur qui varie selon les tems & les lieux; ce feu que la nature entretient, & qui met tout en mouvement, joint à d'autres causes dont nous parlerons ailleurs, détache continuelle-

I. LEÇON.

ment les parties les plus subtiles de tous les Corps qui couvrent la surface de la terre: celles qui sont propres à se faire sentir par l'odorat, répandues & flotantes comme les autres dans la partie de l'Atmosphère qui en est chargée, se font d'autant plus sentir, qu'elles se trouvent en plus grand nombre dans un volume d'air déterminé. C'est par cette raison sans doute, que l'on sent mieux les fleurs d'un jardin le soir, lorsque l'air se rafraîchit, que dans le fort de la chaleur du jour. Cette fraîcheur qui condense l'air aux approches de la nuit, en rapprochant ses parties, resserre aussi davantage les exhalaisons dont il est chargé, & quand on les respire en cet état, il porte avec lui sur l'organe un plus grand nombre de ces parties odorantes dont nous parlons.

Si la chaleur entretient toujours une quantité plus ou moins grande de mouvement dans tous les Corps, & qu'elle occasionne par-là, comme on n'en peut douter, une perte continuelle de leur substance; doit-on s'étonner que tout périsse avec le tems, & que certains Corps diminuent &

I. LEÇON.

s'évanouissent promptement ? C'est ainsi que les étangs & les marais se dessèchent, quand les pluies ou les sources ne réparent point l'évaporation.

Mais pour nous renfermer dans des exemples pris des Corps odorans, ne le remarquons-nous pas d'une maniére bien sensible dans les plantes & dans les fleurs ? Pourquoi pendant la grande chaleur s'affoiblissent-elles jusqu'à plier sous leur propre poids ? pourquoi le matin reparoissent-elles avec leur premiere vigueur ? N'est-ce pas que ce qui s'exhale pendant le jour excéde la réparation qui vient du sein de la terre ? Pendant la nuit il n'en est pas de même, les vuides se rempliſſent.

Quoique les plantes par leurs exhalaisons perdent une si grande quantité de leur substance, on ne peut pas dire pour cela, que la partie destinée aux odeurs ait beaucoup de part à leur dépérissement sensible. Il paroît par tous les autres corps de ce genre, que la nature les a soumis à une divisibilité si prodigieuse, qu'ils peuvent fournir à leur effet pendant des espaces de tems qui surprennent,

I. LEÇON.

Tout le monde ſçait qu'un grain de muſc ſe fait ſentir d'une maniere incommode pendant vingt ans, dans un appartement où l'air ſe renouvelle tous les jours. Ne ſçait-on pas de même que des chiens courent un cerf pendant ſix heures quelquefois, ſans avoir le plus ſouvent d'autre guide que l'odeur qu'il laiſſe après lui? Combien donc de corpuſcules cet animal laiſſe-t-il échapper, pour tracer ſi long-tems ſa route à quarante autres animaux, à la vûe deſquels il ſe dérobe ſouvent?

La plupart des bêtes, & ſur-tout les chiens, ont l'odorat très-fin: la diſpoſition de cet organe dont la partie principale eſt en dehors, & le fréquent uſage qu'ils en font, contribuent ſans doute à cette délicateſſe que nous n'avons pas: la nature nous en a dédommagé par le toucher, que nous avons beaucoup plus exquis, c'eſt auſſi de tous nos ſens celui dont nous nous ſervons le plus, après les yeux, dans l'examen que nous faiſons des différents objets qui ſe préſentent, mais les animaux qui ne touchent que très-rarement par forme d'épreuve, examinent avec le nez ce que leur

vûe leur annonce d'intéreſſant ; comme ils ſont preſque uniquement occupés du ſoin de leur nourriture, & qu'il y a beaucoup d'affinité entre l'odorat & le goût, il convenoit qu'ils ſçuſſent mieux flairer que tâter.

IV. Experience.

Preparation.

Au fond d'un grand vaſe de cryſtal, on délaye le poids d'un grain de Carmin, & l'on remplit d'eau bien nette le vaſe, qui tient dix pintes de Paris, & qui eſt repréſenté par la *Figure cinquiéme.*

Effets.

La couleur s'étend de maniere que tout le volume d'eau en paroît ſenſiblement teint.

Explication.

Le Carmin eſt une fécule, ou une eſpéce de lie très-fine, que l'on tire par infuſion de la cochenille, & de quelques matiéres végétales ; les parties qui ont été déja diviſées par la préparation qu'on en a faite, cédent fort

I. LEÇON.

aiſément à l'action de l'eau qui les pénétre & qui les étend; de maniére qu'elles ſe partagent proportionnellement à toute la maſſe du fluide.

Pour concevoir aiſément combien la matiére eſt diviſée dans cette derniére expérience, il ſuffit de connoître le rapport du poids d'un grain à celui de vingt livres, qui eſt comme l'unité à cent quatre-vingt-quatremille trois cents vingt. Mais une quantité d'eau peſant un grain, ſe préſente encore ſous un volume bien ſenſible, lequel, pour être coloré uniformément, doit contenir pluſieurs particules de Carmin : quand on n'y en ſuppoſeroit que dix, le produit que nous venons de citer, ſe trouveroit augmenté encore de dix fois ſa valeur ; ce qui fera 1843200 parties ſenſibles dans un volume qui étoit bien peu conſidérable avant que d'être étendu dans l'eau.

APPLICATIONS.

C'EST par des particules de matiéres ainſi diviſées & étendues dans quelques liquides, que les Peintres & les Teinturiers donnent aux ſurfaces des corps, certaines couleurs

I. LEÇON

qu'elles n'ont pas naturellement. Celles qui ſont peintes, toujours cachées ſous l'enduit dont on les couvre ; ne ſont plus viſibles par elles-mêmes, mais par les couches dont le pinceau les a revêtues. Il n'en eſt pas de même de celles que l'on fait teindre ; on les prépare pour l'ordinaire dans un bain qui, par la chaleur, & par l'action de certains ſels, dilate les pores, & creuſe une infinité de petites cellules propres à recevoir enſuite les parties colorantes; c'eſt principalement cette préparation qui rend les teintures durables, & qui empêche que les matiéres teintes ne ſe décolorent, quand on les lave. Ce n'eſt pourtant pas toujours des particules colorantes qui teignent les ſurfaces; nous ferons voir en traitant de la lumiere, que le changement de couleur dépend ſouvent d'un nouvel arrangement que prennent entre elles les parties mêmes des ſurfaces ; comme quand l'eau-forte, par exemple, change le papier bleu en rouge, ou que la chaleur fait rougir une écreviſſe.

OUTRE les expériences que nous ve-

I. LEÇON.

nons de citer pour prouver la divisibilité des corps ; les arts nous offrent des pratiques ingénieuses qui la font connoître d'une maniere aussi évidente. On ne peut voir, sans être surpris, la prodigieuse ductilité de l'or & de l'argent. Les Ouvriers qui battent & qui filent ces métaux, leur procurent un dégré d'étendue qui s'est attiré depuis long-tems l'attention des Philosophes. Boyle * est un des premiers qui ait fait cette remarque, que le poids d'un grain d'or mis en feuilles peut couvrir une surface de 50 pouces quarrés. Cette observation donne lieu d'appercevoir par un calcul fort simple, un nombre étonnant de parties visibles dans cette petite quantité de métal. La longueur d'un pouce contient au moins deux cens parties visibles ; puisque sur des instrumens de mathématique on le trouve quelquefois partagé par cent divisions, & qu'un Observateur un peu attentif peut fort aisément tenir compte des moitiés. En faisant donc cette supposition qui est très-recevable, une feuille d'or d'un pouce quarré, pourra se couper en deux

* *De mirâ subtilitate effluviorum.* c. 2.

cens petites bandes plates, & chaque petite bande en deux cens petits quarrés; de sorte que toute la feuille ainsi divisée, donnera quarante mille parties, qui est le produit de 200 multiplié par 200.

Mais dans un grain d'or battu, on trouve 50 petites feuilles semblables à celles que nous venons de diviser; on doit donc multiplier encore 40000 par 50, ce qui donnera deux millions pour la somme des parties que l'on peut compter avec les yeux dans une portioncule de matiére qui n'est que la 72e. partie d'un gros. Ce nombre, quelque prodigieux qu'il soit, se trouve encore augmenté de moitié, quand on fait attention que chacune de ces particules d'or peut être vûe & touchée au moins par deux surfaces, ou par les deux plans opposés dont les dimensions sont égales.

Ce que les feuilles d'or & d'argent nous apprennent de la ductilité de ces deux métaux, & de la divisibilité surprenante de leurs parties, est encore bien au-dessous de ce que l'on remarque chez les ouvriers qui

I. LEÇON.

préparent le fil d'argent doré dont on se sert pour fabriquer les étoffes, le galon, la broderie, &c. Cet art où le commun des hommes ne trouve qu'un objet de commerce, ou des ressources pour le luxe, présente aux yeux d'un Philosophe, des merveilles qui n'ont point échappé aux observations de Boyle, du Pere Mersene, de Rohault, & de plusieurs autres Physiciens, dans ces tems où il n'étoit point encore arrivé au dégré de perfection qu'il a acquis depuis. Feu M. de Reaumur * qui l'a examiné avec cette exactitude qu'on lui connoissoit, en a mieux que personne découvert les beautés, & fait connoître le véritable merveilleux. C'est d'après lui que je vais donner ici une idée de la prodigieuse extension dont l'or est capable, quand on le file.

* *Mem. de l'Acad. des Sc. 1713. p. 205. &c.*

Avec une quantité de feuilles d'or, qui n'excéde jamais le poids de six onces, & qu'on diminue quelquefois presque jusqu'à une, on couvre un cylindre d'argent, d'environ 22 pouces de longueur, 15 lignes de diamétre, & du poids de 45 marcs. On fait passer ce rouleau doré successive-

ment par les trous d'une lame d'acier, qui vont en décroiſſant, de façon que s'allongeant aux dépens de ſon diamétre, il devient enfin auſſi délié qu'un cheveu, & d'une longueur qui égale preſque 97 lieues de 2200 toiſes chacune.

Pendant cette opération l'or s'étend ſur le fil d'argent à proportion de ſon allongement; enſorte qu'on doit le conſidérer comme une enveloppe ou un fourreau dont les parties ne ſouffrent point d'interruption ſenſible. Ce fil doré que l'on nomme *trait*, paſſe enſuite entre deux rouleaux d'acier poli, qui l'écraſent en forme de lame fort mince, dont on enveloppe un fil de ſoie pour les uſages des différens Arts qui l'employent & dans l'opération des rouleaux, le trait s'allonge encore d'un 7e. Ainſi au lieu de 97 lieues que nous avons compté pour ſa longueur, on en peut compter 111.

En ſuppoſant donc du fil le plus légérement doré, voilà une once d'or que l'on doit conſidérer ſous la forme de deux petites lames, dont chacune égale la longueur de 111

I. LEÇON.

lieues, ou qui égalent ensemble 222 lieues. Mais si l'on fait attention que le trait en s'écrasant sous les rouleaux, prend la largeur d'environ un 8e. de ligne ; & par conséquent les deux petites lames d'or qui revêtent l'argent de part & d'autre ; on pourra partager encore leur largeur en deux parties ; (car une ligne se divise fort bien en 16 portions sensibles;) ainsi au lieu de deux lames il en faudra compter quatre, qui égaleront en longueur 444 lieues. Dans une telle étendue, combien de toises, de pieds, de pouces, de lignes ? Et si l'on divise seulement chaque ligne en 10, quelle suite de chiffres ne faudroit-il pas pour exprimer la somme des parties visibles dans une once d'or étendu par la filiére ? L'imagination se refuse presque à de pareils nombres ; mais pour s'en faire une idée, il suffira de comparer la surface de notre once d'or filé à celle d'une égale quantité du même métal en feuilles. La premiere est à la seconde dans le rapport de 2380 à 146 ; mais aussi l'épaisseur des feuilles, quelque petite qu'elle soit, est toujours beaucoup plus

I. LEÇON.

plus considérable que celle de la couche d'or qui se trouve sur le fil : l'une diminue à peine jusqu'à la trente milliéme partie d'une ligne ; l'autre se porte souvent à un dégré de ténuité qui excéde la cinq cens vingt cinq milliéme partie d'une ligne.

L'art en filant ainsi les métaux, imite d'assez près la nature, quant au procédé. La soie avant que d'être filée pour nos usages, l'a déja été par les insectes qui nous la fournissent. La chenille, qu'on nomme communément *ver à soie*, porte une filiére naturelle, par laquelle elle moule ce fil précieux dont elle fait sa coque. Des personnes * curieuses & attentives aux merveilles de la nature, considérant l'extrême finesse de cette matiére, en mésurérent 300 aunes qui n'excédérent point le poids de 2 grains $\frac{1}{2}$; & M. de Reaumur portant plus loin encore ses Observations, a trouvé que les fils des araignées, tels qu'elles les produisent immédiatement, & avant qu'elles les joignent pour en former leur toile, que ces fils, dis-je, sont à l'égard d'un cheveu, moins gros que ne l'est le fil

* *Boyle, de mirâ subtilitate effluv. cap. 2.*

I. LEÇON

trait doré à l'égard du premier cylindre dont il a été tiré ; & que leur diamétre égale à peine l'épaiſſeur de cette légére couche d'or qui couvre le fil d'argent.

LES expériences & les obſervations que nous venons de rapporter prouvent ſuffiſamment que tous les corps qui tombent ſous nos ſens, ne ſont autre choſe que des aſſemblages formés par le concours de pluſieurs maſſes plus petites, dont chacune peut ſe diviſer encore en particules ſuſceptibles elles-mêmes de diviſion & de ſubdiviſion.

Lorſqu'en diviſant une matiére autant qu'il nous eſt poſſible, nous n'appercevons rien que d'uniforme dans tous les molécules qui la compoſent, nous lui donnons le nom de *ſimple* ; nous ſuppoſons que ſes parties ſont toutes d'une même nature, & nous les appellons *homogénes*, ſans prétendre qu'elles le ſoient abſolument, & juſqu'à ce que quelque découverte nouvelle en faſſe un jour juger autrement.

Nous nommons au contraire *corps*

I. LEÇON.

mixtes, ceux dont les parties mises à part ne se ressemblent point ; comme les plantes, les animaux & quantité de minéraux, où l'analyse fait voir que plusieurs matieres essentiellement différentes (que l'on nomme *hétérogènes*) concourent à la composition d'un même tout.

Les molécules insensibles qui forment une masse continue, sont souvent jointes ensemble, de maniére qu'il faut employer une force considérable pour les séparer : cette portion de matiere se nomme un corps *dur* ou *solide*. Cette dureté, qui n'est, à proprement parler, qu'une ténacité plus ou moins grande des parties, & qui n'est jamais parfaite dans les corps que nous connoissons, puisqu'elle céde toujours à une force finie ; cette dureté, dis-je, décroît jusqu'à la *fluidité*, c'est-à-dire, jusqu'à ce que l'adhérence naturelle des parties suffise à peine pour empêcher qu'elles n'obéissent librement à leur propre poids, quand il les sollicite à se mouvoir les unes sur les autres, & à changer la figure de leur tout. Enfin la fluidité qui commence où

I. LEÇON.

les corps cessent d'être regardés comme solides, augmente jusqu'à la *liquidité* qui a elle-même des dégrés : on appelle corps liquides ou liqueurs, ceux qui sont en cet état, où leurs parties ayant un mouvement libre les unes sur les autres, obéissent avec une indépendance mutuelle aux efforts de leur pesanteur, ou à la moindre force qu'on emploie pour les séparer ; & leurs caractères les plus distinctifs sont de n'avoir d'autre figure, que celle qu'on leur fait prendre dans les vaisseaux qui les contiennent, & de ranger leur plus haute surface dans un plan paralléle à l'horison. L'eau qui coule, par exemple, est une liqueur ; la fumée qui s'éléve dans l'air, & qui change continuellement de forme, est un fluide ; & la pierre que l'on taille à coups de marteaux, est un corps solide.

Nous nous contentons maintenant de définir ces différens états des corps naturels, parce que nous aurons occasion d'en parler plus amplement ailleurs en examinant leurs causes.

II. SECTION.

De la figure des Corps.

TOus les Corps ont une grandeur déterminée, non-seulement ceux dont les dimensions frappent nos sens, mais aussi les parties de ces mêmes Corps, à tel dégré de ténuité qu'on les porte par la division, & sous tel ordre qu'on les considére. La petitesse n'est point une qualité absolue ; rien n'est petit que par comparaison à quelque chose de plus grand ; & quand on supposeroit le moindre de tous les Etres matériels, il surpassera toujours en grandeur chacune de ses deux moitiés.

La grandeur, ou (ce qui est la même chose) l'étendue plus ou moins grande d'un Corps, est toujours limitée par des surfaces qui renferment la quantité de matiere qui lui est propre ; cette quantité de matiere se nomme sa *Masse*, & le plus ou le moins de surface non interrompue qui limite sa grandeur apparente, s'appelle son *Volume*.

I. LEÇON.

L'ordre ou l'arrangement que prennent entre elles les surfaces qui terminent le volume des Corps, est ce qu'on nomme leur *Figure*. Comme ces surfaces ne peuvent se confondre, & qu'elles se distinguent toujours par des situations relatives, il est évident que d'être figuré, est une propriété aussi commune à tous les Corps, que celle d'être solidement étendu, ou d'avoir plusieurs parties réellement distinguées.

Mais ces surfaces peuvent varier à l'infini par leur grandeur, leur nombre, leur arrangement respectif; c'est pourquoi toutes les substances matérielles à qui il convient essentiellement d'avoir une figure en général, reçoivent celle-ci ou celle-là en particulier, & elles sont aussi variables & peut-être aussi variées entre elles, qu'il est possible de combiner ensemble la grandeur, le nombre & l'ordre des superficies.

Cette propriété qu'on pourroit nommer *Figurabilité*, s'étend à tous les Corps d'une maniere si générale qu'elle les accompagne dans toutes sortes d'états; elle convient à ceux qui se

meuvent comme à ceux qui ſont en repos ; elle convient non-ſeulement aux ſolides, mais les fluides & les liqueurs ont auſſi leur figure qui dépend des obſtacles qu'on oppoſe à leur épanchement; la mer, les étangs, les riviéres ſont figurés par leurs côtes & par leurs rivages ; le vin, par ſon tonneau ; la flamme & la fumée, par l'air qui les environne, &c.

Quand au premier coup d'œil deux Corps paroiſſent terminés de même, on dit alors qu'ils ſe reſſemblent en figure : ainſi nous appellons cubes les dés d'un trictrac, parce qu'au premier aſpect chacun d'eux ſe préſente ſous ſix faces égales ; & nous appellons ſemblables deux ſoldats vêtus du même uniforme. Mais cette premiere reſſemblance a des bornes fort étroites : elle ne s'étend qu'à certains caractères généraux qui ſoutiennent à peine la première vûe ; un examen plus détaillé découvre bientôt une infinité de différences, juſques dans les individus de la derniere eſpéce ; de ſorte qu'on pourroit dire avec juſte raiſon, que dans toute la nature il eſt probable qu'il n'y a pas deux Etres

I. LEÇON.

parfaitement semblables, sur-tout si l'on joint à la variété de figure celle de la couleur & du volume. Lorsque nous jettons les yeux sur un troupeau de moutons, ils nous paroissent tous se ressembler, parce que nous nous arrêtons aux premiéres apparences; mais le berger à qui l'habitude a fait appercevoir des variétés, les distingue bien les uns des autres. Dans une foule de peuple nous ne trouvons pas deux visages semblables, & nous y distinguons entre dix mille les traits d'une personne que nous cherchons, par l'usage où nous sommes de voir des hommes, & d'apprendre à ne les point confondre.

Cette prodigieuse variété de figures multipliées sans fin pour ceux qui observent plus attentivement, ne convient-elle qu'aux grands Corps, c'est-à-dire, à ceux que nous pouvons voir & toucher sans aucun secours de l'art? ou bien convient-elle également aux molécules de ces mêmes Corps? s'étend-elle jusques à ceux qui échappent à nos yeux, que nous connoissons par d'autres sens, qui ne se font sentir que plusieurs ensemble,

&

I. LEÇON.

& que le préjugé ſemble annoncer ſans aucune figure, parce qu'ordinairement on n'eſt point inſtruit de celle qu'ils ont ?

Cette queſtion ſe trouve déja décidée par la définition même que nous avons donnée de la figure en général. Car ſi ce n'eſt autre choſe qu'un aſſemblage de ſurfaces, qui terminent une certaine portion de matiére, il eſt évident qu'un corps ſi petit qu'il puiſſe être, ſera toujours terminé par des ſurfaces, & par conſéquent figuré.

Quoique l'expérience ne puiſſe pas ſe prêter à toute l'étendue de ce raiſonnement, & nous faire voir des figures par-tout où nous avons raiſon de croire qu'il y en a ; cependant elle nous en montrera qui ont été longtems ignorées, que l'art a ſçû découvrir depuis, & nous apprendrons par des exemples curieux, que nous ne devons pas chercher à concevoir ſans figure, les Corps en qui nos ſens n'en découvrent point.

I. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PRÉPARATION.

Ayant placé le microscope représenté par la *Figure 6.* au jour d'une fenêtre, ou si c'est la nuit, devant la lumiére d'une bougie basse, de maniére que le miroir qui est dessous la platine, éclaire par réflexion le trou sur lequel tombe la lentille objective : on fait passer le premier verre du porte-objets sur lequel on a mis des grains de sable, & l'on fait descendre le corps du microscope jusqu'à ce qu'on rencontre le point de vûe nécessaire.

EFFETS.

Ayant placé l'œil au-dessus & fort près de la premiere lentille oculaire, on apperçoit les grains de sable transparens, comme des cristaux de la grosseur d'une muscade, anguleux & diversement taillés, *Figure 7.*

EXPLICATIONS.

Nous n'expliquerons rien ici des effets qui regardent directement l'optique ; parce que nous en traiterons

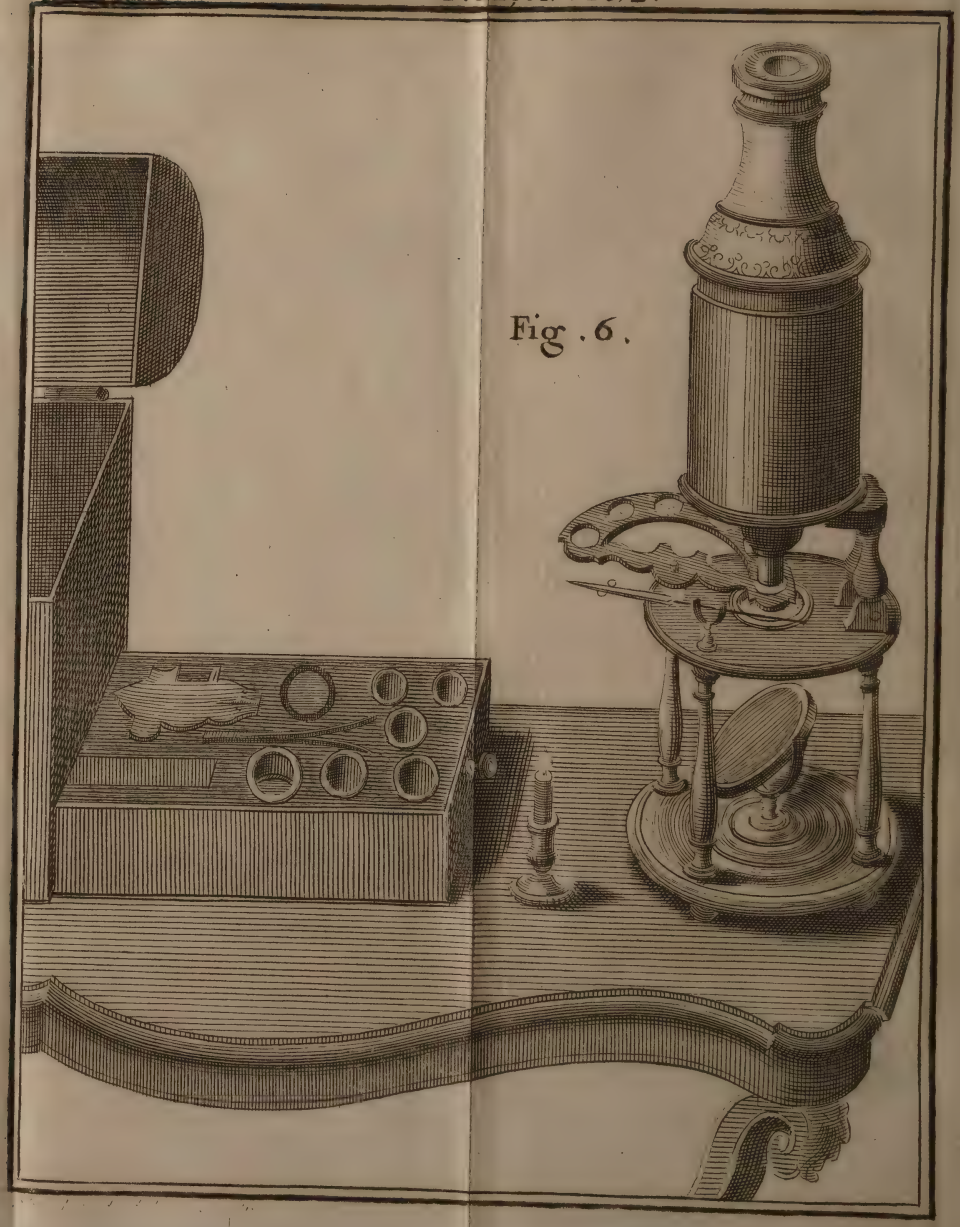


Fig. 6.

ailleurs. Nous nous bornerons seulement à ceux qui ont rapport à la figure des Corps, dont il est présentement question.

Lorsque nous arrêtons la vûe sur un grain de sable ordinaire, il paroît comme un point; l'œil confond ses dimensions; mais avec le secours du microscope, l'objet paroît plus grand; on distingue aisément des lignes, des angles, des sinuosités, des contours, des surfaces, en un mot, une figure bien terminée, dont on apperçoit facilement les différences, quand on la compare à quelqu'autre.

APPLICATIONS.

Les grains de sable doivent être considérés comme autant de petits cristaux fort durs, préparés par la nature, & que l'art applique utilement à différens usages, Parce qu'ils sont petits & anguleux, on s'en sert commodément pour user ou nettoyer les métaux, ou tous autres corps encore plus durs, sur lesquels la lime, ou le tranchant de l'acier ne trouve plus de prise: on les mouille en pareil cas pour aider leur mobilité, & pour em-

I. LEÇON.

pêcher qu'en s'usant mutuellement ; ils ne perdent, avec leurs petits angles tranchans, la propriété qu'ils ont d'entamer les matiéres les plus solides.

La transparence du sable blanc le rend propre à d'autres usages : il est la base de tous les ouvrages de verre ; le mêlange de quelques sels & l'action d'un feu très-violent qui le divise & qui en sépare les saletés, met ses parties en état de se lier & de former une pâte susceptible de toutes sortes de formes, & qui en se refroidissant, prend de la consistance, sans cesser d'être diaphane.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Que l'on fasse passer sous la lentille le second verre du porte-objets sur lequel on a mis quelques gouttes d'eau salée que l'on a laissé sécher.

EFFETS.

En approchant l'œil du microscope, on apperçoit des molécules qui paroissent sous des figures sem-

blables, quand la préparation a été faite avec un même sel ; si l'on a employé, par exemple, celui qui vient de la mer, & qu'on fait servir communément à l'usage des tables : ce qu'on apperçoit avec le microscope, ressemble à des petits cubes, *Figure* 8.

EXPLICATIONS.

Les parties de ce sel que l'eau avoit divisées, & qu'elle tenoit en dissolution, se sont fixées sur le verre du porte-objets, pendant que la partie liquide s'est évaporée. Avant cette évaporation de l'eau, le secours du microscope ne suffit pas pour les rendre visibles, parce qu'alors elles sont encore trop divisées & trop minces pour être apperçues ; mais à mesure que la liqueur les abandonne, elles se rapprochent, & elles forment des molécules d'un plus grand volume ; & quand bien même elles resteroient aussi petites qu'elles étoient dans l'eau, nous ferons voir ailleurs qu'à grandeurs égales, des corps diaphanes se voyent mieux, lorsqu'ils sont plongés dans l'air, que dans tout autre liquide transparent plus matériel.

I. LEÇON.

Chaque sel qui se cryſtalliſe, affecte ordinairement une figure qui lui eſt propre, & qui dépend vraiſemblablement de la figure même de ſes moindres parties. Le ſel marin, par exemple, forme des cubes, le ſalpêtre des aiguilles, le ſucre des globules, &c. *Figure 9. & 10.*

APPLICATIONS.

L'uniformité des figures dans les molécules, n'eſt point une qualité particuliére aux ſels; on en rencontre beaucoup d'autres exemples, ſurtout dans le genre minéral: le cryſtal de roche, & la plûpart des pierres tranſparentes paroiſſent aſſez ſouvent en petit comme en grand, ſous la forme de priſme ou de pyramide exagone; mais on n'en doit pas conclurre du particulier au général, que les parties inſenſibles de tous les corps ſont autant de petits modéles de ce qu'ils ſont en plus grand volume.

Le ſel, à cauſe de ſon extrême diviſibilité, & de la figure anguleuſe & pointue de ſes parties, s'inſinue fort aiſément dans les pores de toutes les

matiéres animales, végétales, solides ou liquides : & par cette raison on l'employe avec succès pour les conserver. Car la corruption n'étant rien autre chose qu'un déplacement de parties, qui change l'état des molécules, dans les Corps mixtes ; tout ce qui pourra contenir ces parties dans l'ordre qu'elles ont reçû de la nature, empêchera nécessairement que les petits composés qui résultent de leur assemblage, ne soient altérés ; & au contraire tout ce qui donnera lieu au mouvement des moindres parties, occasionnera corruption. Or les particules salines, comme autant de coins, rempliſſent les petits vuides, soutiennent & appuyent les particules solides, arrêtent le progrès de l'évaporation, & conservent au moins pour quelque tems l'état naturel. C'est ainsi que la chair des animaux, lorsqu'elle est salée, demeure plus long-tems propre à nos usages ; & que les fruits confits dans le sucre se gardent pendant plusieurs années.

I. LEÇON.

Cette prodigieuse variété de figures, que l'on observe dans tous les Corps inanimés, & dans les petites

I. LEÇON.

masses qui les composent, n'est ni moins grande, ni moins admirable dans le genre animal : le même instrument qui vient de nous faire voir les angles & les pointes des parties salines, nous découvre aussi un monde de petits Etres vivans, de petits insectes, que nous n'eussions peut-être jamais soupçonné d'exister, dont nous n'eussions certainement pas deviné les formes, & qu'on doit être curieux de connoître ; c'est pourquoi j'ajouterai encore l'expérience suivante, pour achever de faire voir combien la nature a varié la figure des Corps en tout genre.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait passer sous la lentille objective du microscope le troisiéme verre du porte-objets, sur lequel on a mis avec la pointe d'un curedent, une petite goutte d'une des liqueurs dont on va donner la préparation.

1°. Dans un vaisseau dont l'ouverture soit un peu large, il faut mettre macérer avec de l'eau un peu de foin

I. LEÇON.

haché, de la paille, des fleurs de différentes especes & des parties de plantes quelconques, & l'exposer environ une semaine à l'air libre, mais à l'ombre pendant un tems chaud ; ou bien si l'on en a la commodité, on pourra sans attendre, puiser un peu d'eau dans quelque mare aux endroits où il y a de la mousse verte, ou quelques autres plantes aquatiques.

2°. Dans une fiole de verre qu'il faut tenir ouverte, il faut exposer de même du vinaigre commun.

3°. Dans un verre à boire, ou dans quelque vase équivalent, il faut garder pendant quatre ou cinq jours de l'eau qui se trouve dans les écailles d'huitres, lorsqu'on les ouvre.

EFFETS.

On apperçoit dans la premiére liqueur, une infinité de petits animaux qui paroissent de différentes espéces, soit par leurs figures, soit par leurs façons de se mouvoir, qui sont extrêmement variées. Les uns semblables à des petites boules *a*, s'élancent en ligne droite, & forment toujours des angles bien marqués, quand ils changent de

Fig. 11.

I. LEÇON.

ditections; les autres *b*, plus allongés, & d'une forme ovale, ne font que tournoyer ; plusieurs laissent appercevoir distinctement des pattes, une queue souvent fourchue, & des antennes ; d'autres *c*, composés d'anneaux, se meuvent à la maniére des vers de terre, ou comme les sangsues. On apperçoit à quelques-uns les principaux organes, & la circulation des humeurs ; & pour peu qu'on observe avec attention, on découvre bientôt jusqu'à la cause finale de leurs mouvemens ; car on en voit qui dévorent les autres, & l'on conçoit sans peine que les uns se meuvent pour joindre leur proie, & les autres pour éviter d'être pris.

Fig. 12. Dans le vinaigre qui a été exposé plusieurs jours à l'air par un tems doux, on voit des insectes qui par leur figure ressemblent beaucoup à des petites anguilles très-vives : il arrive très-rarement qu'on les trouve mêlés avec des animaux qu'on puisse juger d'une autre espece.

Fig. 13. L'eau des huitres, contient un nombre infini de petits animaux qui se ressemblent par la figure, & par

I. LEÇON.

la maniére de ſe mouvoir : la petite goutte dans laquelle ils nagent, paroît ſemblable à un baſſin, dans lequel on verroit fourmiller une quantité prodigieuſe de carpes ſans nageoires & ſans queue ; la tranſparence de leurs corps eſt telle, qu'on apperçoit aiſément les parties intérieures.

EXPLICATIONS.

La nature a varié la figure des plus petits animaux, autant & peut-être plus encore que celle des grands : mais dans ceux-là comme dans ceux-ci, elle eſt uniforme & conſtante pour chaque eſpéce. Ainſi le vinaigre préparé, comme nous l'avons dit, fait voir des anguilles qui ne différent que par la grandeur ; & l'eau d'huitres ne contient pour l'ordinaire que ces animaux dont nous avons parlé.

La premiére liqueur cependant en contient pluſieurs qui ne ſe reſſemblent ni par la figure, ni par la maniére de ſe mouvoir ; ce n'eſt point une raiſon pour conclurre, que la figure de ces petits êtres animés eſt

I. LEÇON.

un effet du hazard ; & qu'une seule & même espéce affecte indifféremment celle-ci ou celle-là. Cette liqueur dont il s'agit, est une infusion de plusieurs sortes de plantes, où différens animaux rencontrent leur nourriture ; & l'eau commune qui en est la base, est un milieu qui peut convenir en même tems à ceux qui se nourrissent d'herbes, & à ceux qui sont voraces. Le brochet vit dans la même eau que la carpe, quoiqu'ils se nourrissent l'un & l'autre bien différemment ; & l'histoire des insectes nous fournit nombre d'exemples qui ont un rapport bien plus direct & plus prochain avec cette supposition. Il n'en est pas tout-à-fait de même du vinaigre ou de l'eau d'huitres, il est probable que ces deux liqueurs ne conviennent qu'à très-peu d'espéces de ces petits animaux ; & le milieu qu'ils habitent, les met vraisemblablement à l'abri de la poursuite des autres. J'ai essayé plusieurs fois de mettre ensemble des insectes d'eau douce avec ceux du vinaigre, ou avec ceux de l'eau des huitres ; les premiers ont toujours péri dans le premier instant.

Fig. 7.

Fig. 8.

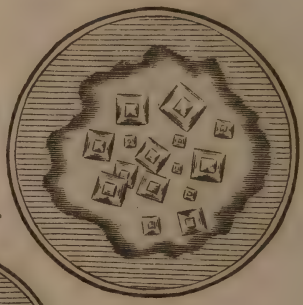


Fig. 12.

Fig. 9.

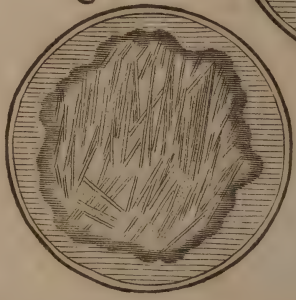


Fig. 10.

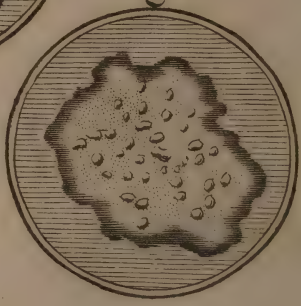


Fig. 13.

Fig. 11.

Duvelland del. A. Scalp.

APPLICATIONS.

I. LEÇON.

Les insectes ont été regardés fort long-temps comme les enfans de la corruption, & de la pourriture des autres corps. L'erreur des Anciens touchant leur origine a été telle, qu'ils ont cru pouvoir les faire naître artificiellement, en observant certains procédés dont ils ont même osé donner des recettes. Ce que le préjugé populaire avoit établi, des Philosophes ont tâché de le confirmer, & d'en rendre raison; & les systêmes que cette opinion a fait naître, ont trouvé des défenseurs jusques dans ces derniers tems. Mais l'hypothèse la plus ingénieuse peut-elle tenir contre des faits, qu'il n'est plus permis d'ignorer? Les Naturalistes Modernes mieux instruits qu'on ne l'étoit autrefois de l'histoire des insectes, leur ont donné une origine plus noble & plus vraie; ils ont reconnu & constaté par des observations qui ne laissent plus rien d'obscur, que la génération de ces petits animaux est aussi bien réglée, & d'une uniformité aussi constante

I. LEÇON.

pour chaque espece, que celle des lions & des chevaux, &c. Ils ont répondu par des expériences décisives, à des apparences trompeuses & trop peu approfondies, sur lesquelles on appuyoit l'ancienne opinion. Telle matiere corrompue, disoit-on, fait voir des vers & des mouches; peut-on douter que ces animaux ne doivent leur existence à cette corruption? Comme si l'on pouvoit conclurre qu'un cadavre de cheval engendre des corbeaux, parce qu'il arrive souvent qu'on y trouve de ces oiseaux voraces assemblés, ou qu'un pré fait naître des moutons, parce qu'on y en rencontre des troupeaux qui paissent: on pardonneroit de le soupçonner à quiconque ne sçauroit pas que les oiseaux font des nids pour perpétuer leur espéce, & qu'un agneau vient d'une brebis. Si l'on peut en quelque façon excuser ceux qui les premiers ont été trompés par les apparences, parce qu'alors on n'étoit nullement instruit de la vraie maniere dont naissent ces petits animaux si différens des autres par leurs tailles & par leurs figures; pré-

sentement que l'on sçait comment s'engendrent ceux qui sont assez visibles pour être observés, il n'est plus permis de penser que la nature si conforme à elle-même, prenne d'autres voies pour multiplier ceux qu'une extrême petitesse permet à peine d'appercevoir avec le microscope, ni qu'elle abandonne au hazard le soin de les faire naître.

Il faut donc bien se garder de croire que les petites anguilles qu'on apperçoit dans le vinaigre, ainsi que les petits animaux qu'on observe dans les infusions des plantes, soient des parties putréfiées de ces végétaux, qui se convertissent en corps animés. L'expérience apprend, que si l'on tient les vaisseaux fermés, il ne s'y engendre rien; mais on doit penser que quand ils sont ouverts, les meres que l'air transporte de côté & d'autre, y vont déposer leurs œufs ou leurs vermisseaux, comme dans un lieu qui doit faciliter leur développement, fournir à leur nourriture, & les faire croître. Cette conjecture, (si c'en est une,) est solidement appuyée sur des exemples: combien

I. LEÇON.

d'espéces de mouches voyons-nous aller placer leurs œufs dans des eaux croupies, où le vermisseau venant à éclore, se nourrit, & prend son accroissement jusqu'à ce que le tems de sa métamorphose étant arrivé, il s'éléve dans l'air avec une nouvelle forme, & des aîles, qui le rendent semblable à sa mere.

Quelque intéressante que soit cette matiére, je ne dois pas m'y arrêter davantage : le Lecteur curieux d'en être plus amplement instruit, doit consulter l'Histoire des insectes, par M. de Reaumur; c'est-là qu'il fera connoissance avec ce peuple nouveau ; c'est le bien voir, que de le voir par les yeux d'un tel Observateur. Il me suffira de remarquer ici, que si l'on est sensible à cette prodigieuse variété de figures, par lesquelles la nature a différencié les plus petits corps ; il n'est point de genre qui fournisse plus à notre curiosité, que celui des Insectes, où l'on doit admirer également & les différences qui caractérisent les especes, & l'uniformité qui régne dans chacune.

III. SECTION.

De la solidité des Corps.

LA *solidité* d'un corps n'est autre chose que la quantité de matiere qui est liée ensemble sous son volume : je dis, qui est liée ensemble ; car s'il arrivoit qu'une matière étrangére passât librement à travers d'un corps, & qu'elle y exerçât ses mouvemens avec indépendance, comme l'eau de la riviére qui baigne intérieurement un monceau de pierres qu'elle rencontre dans son lit ; cette matiére ne contribueroit en rien à la solidité dont il est ici question. Elle l'augmenteroit au contraire, si elle se trouvoit fixée sous le même volume, comme si l'eau courante que nous venons de citer pour exemple, devenoit de la glace au moment qu'elle se trouve entre les pierres amoncellées. Un panier percé de toutes parts, & plongé dans un fluide, n'a que sa propre solidité ; si c'est un morceau de bois, il est plus solide de toute la quantité d'eau

I. LEÇON

dont il est pénétré, & qu'il unit à sa masse.

Etre solide est une propriété, non-seulement commune, mais même essentielle à tous les corps; soit qu'on les considére en tout, soit qu'on n'ait égard qu'à leurs parties les plus simples. C'est aussi le signe le moins équivoque de leur existence. Des illusions d'optique en imposent quelquefois à nos yeux; nous sommes tentés de prendre des phantômes pour des réalités: mais en touchant, nous nous assurons du vrai, par la persuasion intime où nous sommes, que tout ce qui est corps est solide, capable par conséquent de résistance, & qu'on ne peut placer le doigt ou autre chose dans un lieu qui est occupé par une matiére quelconque, sans employer une force capable de la pousser ailleurs.

Toute résistance physique annonce donc une solidité réelle plus ou moins grande; c'est une vérité tellement avouée, que je ne crois pas qu'elle ait besoin d'autre preuve que l'habitude où l'on est de confondre les deux idées, quoiqu'à parler exacte-

I. LEÇON.

ment, l'une repréſente la cauſe, & l'autre l'effet. Mais il y a tel cas où l'une & l'autre (la ſolidité & la réſiſtance) échappent à nos ſens, ou à notre attention. Certains corps nous touchent ſans ceſſe, nous touchent par-tout également; l'habitude nous a rendu leur contact ſi familier que nous avons beſoin d'y réfléchir, pour reconnoître l'impreſſion actuelle qu'ils font ſur nous. Quand on agit dans un air calme, il eſt peu de perſonnes qui penſent qu'elles ont continuellement à vaincre la réſiſtance d'un corps dont la ſolidité s'oppoſe à leurs mouvemens. Si l'on ſortoit de l'atmoſphére pour y rentrer, on ſentiroit ſans réflexion l'attouchement de l'air, comme on ſent celui de l'eau quand on s'y plonge.

Ce qui fait encore que la ſolidité des fluides échappe à notre attention; c'eſt que leurs parties indépendantes les unes des autres, & d'une petiteſſe qui ſurpaſſe de beaucoup la délicateſſe de nos ſens, cédent au moindre de nos efforts, ſur-tout quand elles ſont en petite, quantité: & nous ne penſons pas que nous

I. LEÇON.

agissons, quand nous agissons très-peu.

Puisque les fluides sont les seuls corps dont la solidité ait en quelque façon besoin d'être prouvée, & que la grande facilité qu'ils ont à céder, pourroit faire croire à ceux qui n'y feroient point assez d'attention, que ces sortes de corps sont incapables de résistance; nous les employerons par préférence dans les expériences que nous appellerons en preuves, & nous choisirons l'air comme le moins solide de tous ceux qu'on peut retenir dans un vaisseau fermé, afin que sa solidité bien établie sur des faits, fasse conclurre à plus forte raison, la même chose pour tous les autres corps.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Dans un vase de crystal représenté par la *Fig.* 14. on verse cinq ou six pintes d'eau bien claire; & l'on met flotter sur la surface de l'eau un petit morceau de liége *A*; on descend ensuite perpendiculairement le vase *B*, afin que l'air qu'il contient ne puisse pas s'échapper.

EFFETS.

I. LEÇON.

La partie de la surface de l'eau qui répond à l'ouverture du vaisseau *B*, s'abaisse à mesure qu'on le fait descendre ; le petit morceau de liége qui flotte dessus, rend cet abaissement sensible, & fait voir qu'il n'entre point d'eau dans le vaisseau *B*.

EXPLICATION.

Le vaisseau *B*, contient une colonne d'air qui remplit sa capacité ; cette masse fluide, quoiqu'elle ait peu de densité, est pourtant composée de parties réellement solides qui ne peuvent être déplacées par un autre corps, à moins qu'on ne leur ouvre une nouvelle place qu'elles puissent aller occuper. Comme le vaisseau *B* est fermé de toutes parts, & que l'eau qui se présente à son ouverture est plus pesante que l'air ; ce dernier fluide ne peut sortir du lieu où il est, & comme il est solide en ses parties, il se comporte à l'égard de l'eau qu'il rencontre, comme tout autre corps dont les parties seroient liées. Ainsi la surface de l'eau baisse autant qu'on

I. LEÇON.

fait descendre le vase qui contient l'air ; ce qui devient évident par le petit morceau de liége qui flotte dessus.

Quoique l'air du vaisseau *B*, s'oppose à l'eau qui fait effort pour y entrer ; sa résistance n'est point telle qu'elle l'en exclue entiérement. Nous verrons ailleurs qu'une masse d'air est un corps flexible, & qu'elle peut se resserrer dans un plus petit volume quand on l'y force : nous ferons voir aussi qu'un corps plongé dans un fluide, y est d'autant plus pressé, qu'il y descend plus avant. Ces deux principes une fois supposés, expliquent fort bien pourquoi l'eau s'éléve un peu dans le vaisseau *B*, nonobstant la résistance de l'air ; ce qui arriveroit aussi en substituant à l'air toute autre matiere flexible, & incapable de se mêler avec l'eau ; comme nous le prouverons en parlant de la compressibilité des corps. Mais quelque chose qui arrive, & à quelque profondeur que l'on porte le vaisseau *B*, jamais l'eau ne réduira le volume d'air à zéro pour occuper toute la place. Quand une fois l'effort qui se

fait à la base, aura rapproché les parties autant qu'elles peuvent l'être, il n'est point de force qui le resserre dans un plus petit espace ; ce qui suffit pour prouver que ce fluide a, comme tous les autres corps, une solidité absolue.

APPLICATIONS.

Par l'expérience précédente, pour peu qu'on y pense, on apprend pourquoi l'on ne remplit point un pot ou tout autre vase semblable, quand on le plonge l'orifice en bas ; par quelle raison l'entonnoir dont le canal remplit trop exactement le col d'une bouteille, n'est point propre à y introduire une liqueur ; & ce qui oblige d'avoir recours à certaines voies extraordinaires, pour remplir des vaisseaux qui ne sont ouverts que par un très-petit canal, comme la cassolette de la 3e *Exp.* 1re *Sect.* Le préjugé, ou l'habitude que nous avons de vivre dans l'air, nous fait regarder comme vuide tout ce qui n'est plein que de ce fluide ; dans cette confiance mal fondée, nous croyons qu'une liqueur n'a qu'à se

I. LEÇON.

préſenter de quelque façon que ce ſoit à l'ouverture d'un vaſe, pour y trouver accès; mais nous devrions faire attention que toutes ces capacités ſont naturellement remplies d'air, comme elles ſeroient pleines d'eau, ſi elles avoient été fabriquées au fond d'un étang, & qu'elles n'en fuſſent jamais ſorties: nous devrions penſer de plus, que l'air ayant de la ſolidité dans ſes parties, on ne doit pas prétendre de loger avec lui un autre corps dans le même lieu; & qu'ainſi pour mettre de l'eau, du vin, &c. dans une bouteille, il faut que l'air puiſſe paſſer entre le col & l'entonnoir pour faire place à la liqueur. Mais quand ce col eſt tellement étroit, qu'il ne peut pas donner en même temps un paſſage libre à deux matiéres qui coulent en ſens contraire, c'eſt-à-dire, à la liqueur qu'on veut faire entrer, & à l'air qui doit ſortir; il faut que cela ſe faſſe ſucceſſivement. C'eſt pourquoi quand on veut introduire l'eſprit de lavande dans la caſſolette que nous avons citée, on commence par la chauffer; & quand l'action du feu

a fait sortir une bonne partie de l'air qu'elle contenoit, on plonge le col dans la liqueur qui va prendre sa place. Nous ne considérons maintenant dans cet effet, que le déplacement d'un fluide qui doit précéder l'introduction d'un autre. Lorsque nous expliquerons les propriétés de l'air, nous ferons connoître comment un vase que l'on chauffe, perd une grande partie de l'air qu'il contient.

Nous avons dit pourquoi l'air ne peut point s'échapper du vaisseau *B* dans l'expérience précédente; c'est par la même raison, qu'il demeure dans la cloche du plongeur, & qu'il fournit à la respiration pendant quelque tems. C'est par la raison contraire, que l'on puise commodément une liqueur dans un vase qu'on ne veut pas remuer, avec une espece de chalumeau renflé par le bas, comme il est représenté par la *Fig.* 15. Car comme cet instrument est ouvert en *C*, l'air s'échappe par cette issue, à mesure que la liqueur s'introduit par l'orifice *D*; & l'expérience suivante apprendra comment on peut le transporter plein, en empruntant la résistance de l'air extérieur.

I. LEÇON.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Fig.* 16. représente une espéce de fontaine, dont le canal *EF* est ouvert de part & d'autre ; la partie *E* est élevée d'environ 2 lignes au-dessus du fond du bassin *GH*, qui est percé au centre ; on remplit d'eau le réservoir *IK*, jusques aux $\frac{1}{4}$ ou environ.

EFFETS.

Cette fontaine coule à plusieurs reprises par les petits canaux 1, 2, 3, 4, tant que l'eau contenue dans le réservoir peut fournir à cet effet.

EXPLICATIONS.

Lorsque le canal *E F* est ouvert, il laisse un passage libre à l'air qui exerce intérieurement sa pression sur la surface de l'eau en *IK*. Il y a alors deux causes qui concourent à l'écoulement, la pression de l'air intérieur, & le poids de l'eau. De ces deux causes, la premiere est contrebalancée par la résistance de l'air extérieur qui répond au bout de chacun des petit

canaux 1, 2, 3, 4, & qui s'oppose par dehors à la chûte de l'eau avec une force égale à la pression qui la sollicite par dedans; la seconde cause, (le poids de l'eau,) subsiste entiérement, & suffit pour la faire couler. Mais si le canal *E F* vient à se boucher, l'air intérieur cessant de pousser la surface de l'eau en *I K*, laisse agir librement celui du dehors, dont la résistance l'emporte sur la pesanteur du liquide, & l'écoulement cesse. On se sert assez ingénieusement de l'eau même qui s'écoule, pour causer les intermittences. Comme elle ne peut sortir du bassin *G H*, qui la reçoit, que par le trou qui est au centre, elle s'y trouve d'abord, & pendant quelque tems, en assez grande quantité pour noyer l'extrémité *E* du canal; & ce n'est que quand elle est écoulée, qu'il se trouve ouvert de nouveau, & qu'il rend le passage à l'air.

APPLICATIONS.

On trouve en différens lieux des sources intermittentes dont les écoulemens sont périodiques; ces effets naturels qui se rencontrent assez ordi-

I. LEÇON.

nairement dans le voisinage des montagnes, dépendent bien souvent de plusieurs causes qui s'entraident pour la même fin ; mais comme les différentes explications qu'on en donne, sont la plûpart fondées sur certaines propriétés de l'air que nous n'avons point encore fait connoître, nous différons de les rapporter, jusqu'à ce que l'ordre que nous nous sommes proposé dans cet ouvrage, nous ait donné lieu de traiter de ce fluide. Nous supposons seulement ici, (ce qu'il a de commun avec tous les autres corps, (qu'il est capable de résister & d'agir sur d'autres matieres ; & nous en trouvons des preuves non-seulement dans les expériences que nous venons de citer, mais encore dans plusieurs effets que nos propres besoins nous mettent tous les jours sous les yeux.

La nécessité de tenir ouverte la partie *C* de l'instrument cité ci-dessus * pour permettre à l'eau d'y entrer par l'extrémité *D*, ne laisse point ignorer la résistance de l'air qui resteroit enfermé. Mais quand on veut transporter la liqueur qu'on a puisée,

* *Fig. 15.*

c'eſt encore par une ſemblable réſiſtance employée en dehors, qu'on en vient à bout. En fermant avec le doigt la partie *c* du canal, on donne lieu à l'air extérieur d'oppoſer toute ſa force en *d* à la chûte du liquide renfermé. Les lampes & les encriers dont les réſervoirs ſont des bouteilles renverſées comme le repréſente la *Fig.* 17. ne ſont encore que des exemples variés des mêmes effets. Si l'on faiſoit la moindre petite ouverture à la partie ſupérieure *L* du vaſe, la liqueur ſe trouveroit alors entre deux puiſſances égales; car l'air qui réſiſteroit en *M* ne feroit qu'équilibre à celui qui preſſeroit par *L*, & l'huile ou l'encre obéiroit librement à ſa peſanteur qui ne lui permettroit pas de reſter ſuſpendue au-deſſus de ſon niveau. Mais tant que le réſervoir eſt fermé par le haut, l'air qui s'oppoſe en *M*, a des forces ſuffiſantes pour ſoutenir la liqueur. Un tonneau plein, quoiqu'ouvert par un trou de vrille, trompe encore l'attente de celui qui l'a percé, s'il oublie de lui donner de l'air par le haut. C'eſt encore par la même cauſe, qu'une bouteille bien bouchée par le col, au fond de la-

I. LEÇON.

quelle on a fait secrétement un trou ; inonde & surprend beaucoup celui à qui on la donne à déboucher.

La solidité des corps se nomme aussi *Impénétrabilité* ; mais ce terme a besoin d'être expliqué pour prévenir des objections tirées de certaines expériences, par lesquelles il paroît que plusieurs matieres mêlées ensemble confondent leurs grandeurs, & se pénétrent mutuellement : une éponge, par exemple, reçoit intérieurement une quantité d'eau qui semble perdre son propre volume, puisque celui sous lequel elle se trouve renfermée après cette espéce de pénétration, n'en est point sensiblement augmenté ; un vaisseau plein de cendres ou de sable admet encore une grande quantité de liqueur ; & parties égales d'esprit-de-vin & d'eau mêlées dans le même vase, y tiennent moins de place qu'elles n'en occupoient avant le mêlange : la matiere est-elle donc pénétrable ? ou si elle ne l'est pas, dans quel sens faut-il entendre son impénétrabilité ?

C'est qu'il faut soigneusement distinguer la grandeur apparente des corps,

I. LEÇON.

de leur solidité réelle. Les parties indivisibles (s'il y en a) sont absolument impénétrables. Celles même d'un ordre inférieur, qui commencent à être composées, ne sont encore vraisemblablement jamais pénétrées par aucune matiére ; en un mot il y a dans tous les corps quels qu'ils puissent être, une certaine quantité de parties qui occupent seules les places qu'elles ont, & qui en excluent nécessairement tout autre corps. Mais ces parties solides & impénétrables qui sont proprement la vraie matiére de ces corps, ne sont pas tellement jointes ensemble, qu'elles ne laissent entre elles des espaces qui sont vuides, ou qui sont pleins d'une autre matiére qui n'a aucune liaison avec le reste, & qui céde sa place à tout ce qui se présente pour l'en exclure ; en admettant ces petits interstices dont nous prouverons l'existence dans la leçon suivante, on conçoit très-facilement que l'impénétrabilité des corps doit s'entendre seulement des parties solides qui se trouvent liées ensemble dans le même tout, & non pas du composé qui en résulte.

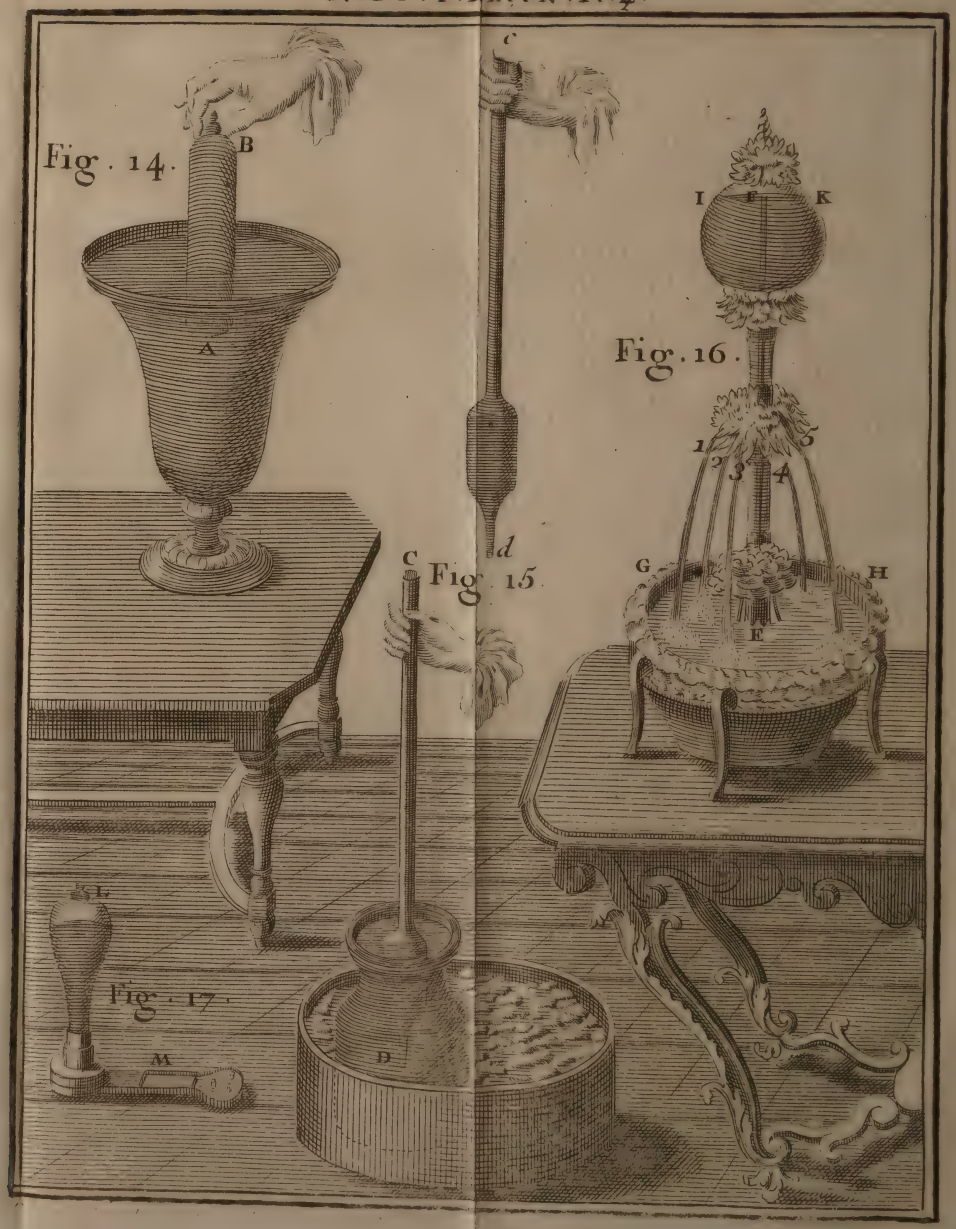


Fig. 14.
B
A
C
d
Fig. 15
C
I
E
K
Fig. 16.
1
2
3
4
5
G
H
F
L
Fig. 17.
M
D

II. LEÇON.

De la Porosité, de la Compressibilité, & de l'Elasticité des Corps.

PREMIERE SECTION.

De la Porosité.

II. LEÇON.

LA Porosité des corps n'est autre chose que le vuide qui se trouve entre leurs parties solides; & par ce mot de *vuide* nous ne prétendons pas faire entendre des espaces privés de toute matiére : il est indubitable que la plus grande partie de ces interstices loge des fluides dont la présence se manifeste par mille preuves. Quand je plonge dans l'eau une éponge séche, ou une pierre tendre, j'en vois sortir beaucoup d'air, à mesure que l'eau y pénétre : & quand je fais sécher des matiéres humides, elles deviennent plus légéres à mesure qu'elles perdent par l'évaporation, ce que leur porosité avoit admis. Ces corpuscules

II. LEÇON.

étrangers ne rempliſſent que les plus grands vuides : la matiére du feu, celle de la lumiere que nous voyons paſſer dans des corps impénétrables à l'air, à l'eau, &c. ne nous permettent point de douter qu'il n'y ait des pores d'un autre ordre, qui ſe rempliſſent de ces fluides beaucoup moins groſſiers que les autres ; mais quand on conſidére la matiére propre d'un corps, c'eſt toujours en faiſant abſtraction de toutes ces parties étrangéres qui ſuivent d'autres loix, & qui ne participent point à ſes affections. On peut croire auſſi qu'après ces premiers vuides qui n'en ſont point, à proprement parler, puiſqu'ils ſont pleins d'une autre matiére, il en eſt d'autres plus petits & qui le ſont au ſens littéral. La liberté requiſe pour les mouvemens, ſemble l'exiger; mais s'ils exiſtent dans la nature, ils ne ſont point ſuſceptibles d'aucune preuve d'expérience. En exceptant donc ſeulement les parties ſimples & primordiales des corps, nous établiſſons comme une propoſition générale, que tout ce qui eſt compoſé de parties matérielles eſt poreux, les corps durs

comme les liqueurs, ceux qui sont organisés comme ceux qui ne le sont pas : & s'il y a quelque différence dans les uns & dans les autres, ce n'est que par la grandeur, par le nombre, par la figure ou par l'arrangement des pores.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Figure premiere* représente une machine pneumatique, sur la platine de laquelle on a établi un canon de verre *N O*, terminé en haut par un vase de bois de chêne *P*, qui a été creusé selon le fil du bois, & dont le fond est épais d'environ 3 lignes; on met de l'eau dans ce vase, & l'on fait agir la pompe.

EFFETS.

Après quelques coups de piston, l'eau contenue dans le vase de bois passe à travers le fond, & tombe par gouttes dans le canon de verre; le bois s'étend, & quelquefois le vaisseau se fend.

II. LEÇON.

EXPLICATIONS.

La machine pneumatique est un instrument qui sert à pomper l'air qui est renfermé dans un vaisseau. Nous nous abstiendrons de rien dire ici de sa construction & de ses différens usages, parce que c'est une chose étrangére à notre objet présent, & qui trouvera naturellement sa place dans les leçons qui traiteront des propriétés de l'air. Il nous suffira de dire ici qu'en faisant agir la pompe de cette machine dans l'expérience précédente, on peut ôter l'air qui est contenu dans le canon de verre *NO*.

Un morceau de bois considéré selon sa longueur, est un assemblage ou un faisceau de petites fibres renfermées sous l'écorce qui leur sert d'enveloppe commune. On peut s'en faire une idée, (fort grossiére à la vérité,) en se représentant une botte d'allumétes couvertes d'un fourreau. Quelque menues que puissent être ces fibres ligneuses, elles ne s'approchent jamais de maniére qu'elles ne laissent entre elles des interstices qui forment autant de petits canaux. En creusant

le vaſe de l'expérience précédente, on a réduit la longueur de ces canaux à l'épaiſſeur du fond, qui n'eſt que de deux ou trois lignes ; ainſi l'on peut conſidérer ce fond comme un crible ouvert par une infinité de petits trous qui paſſent d'une ſurface à l'autre ; cependant les pores du bois de chêne ſont ſi petits, que l'eau dont on remplit le vaiſſeau, aidée de ſon ſeul poids, ne peut ſe faire jour à travers. Il faut emprunter une force étrangére qui la mette en état d'aggrandir les paſſages & de pénétrer; on ſe ſert ici de la preſſion de l'air extérieur, qui agit toujours ſur la ſurface de l'eau, mais qui ne peut avoir ſon effet que quand on diminue, ou qu'on fait ceſſer la réſiſtance de celui qui eſt renfermé dans le canon de verre, & qui lui fait équilibre, tant qu'il y reſte : ainſi après quelques coups de piſton, l'eau pouſſée par dehors n'étant plus ſoutenue par dedans *N O*, ſe filtre à travers le fond du vaſe de bois, & s'amaſſe en gouttes qui forment en tombant une eſpéce de pluie.

Les pores n'ont pas pu s'aggrandir, que les parties ſolides du bois ne ſe

II. LEÇON.

soient écartées les unes des autres, & que la surface ne se soit étendue ; mais si la circonférence que l'eau pénétre moins, ne s'étend pas proportionnellement autant que le milieu, le fond du vase deviendra courbe, ou le vase lui-même s'ouvrira par quelque fente.

APPLICATIONS.

Les bois qu'on nomme *tendres*, (parce qu'étant plus poreux que les autres, ils sont plus aisés à couper,) lorsque leur surface n'est enduite d'aucune matiére grasse, deviennent humides, quand ils sont plus secs que l'air qui les touche ; ou bien ils perdent une partie de leur humidité, s'ils sont dans un air qui en ait moins qu'eux : parce qu'il est de la nature des fluides de s'étendre par-tout avec égalité ; & comme l'état de l'atmosphére varie sans cesse, les bois, ainsi que tous les corps spongieux, souffrent continuellement des alternatives d'humidité & de sécheresse ; ce qui cause des variations dans leurs volumes ; les surfaces augmentent d'étendue dans un tems, dans un autre elles dimi-

II. LEÇON.

nuent. C'eſt par cette raiſon, que les charpentes dans les bâtimens neufs, que les cloiſons de ſapin, que les lambris & autres ouvrages de menuiſerie qui n'ont point été faits avec des bois long-tems gardés à couvert, ſe fendent ſouvent avec éclat, & que les aſſemblages perdent leur juſteſſe & leur ſolidité; qu'une fenêtre qui ſe ferme aiſément dans un tems, ſe trouve trop large dans un autre, & peut à peine rentrer en place; qu'un tonneau entr'ouvert ſe raccommode en reſtant dans l'eau, &c. Car tous ces effets ne ſont autre choſe que des dimenſions augmentées par l'humidité, ou diminuées par la ſéchereſſe.

Ces ſortes de déſordres ne ſeroient pas à beaucoup près auſſi conſidérables qu'ils le ſont, ſi la diminution ou l'augmentation des ſurfaces ſe faiſoit également par-tout & en même tems; dans les ouvrages qui ſont d'une ſeule piéce, ou qui ſont aſſemblés à colle, il n'arriveroit qu'un changement de grandeur qui ſeroit ſouvent d'une légére conſéquence : mais parce qu'un côté devient humide & plus grand, pendant que l'autre reſte ſec

II. LEÇON.

& sans diminution, il s'ensuit des gerfures, des courbures, des difformités. C'est ainsi qu'un lambris se creuse en dehors, quand la surface qui touche un mur humide, demeure plus étendue que l'autre ; & qu'une porte se déjette, quand les piéces qui la composent, ne sont pas également susceptibles ou exemptes des impressions de l'air.

L'usage des peintures à l'huile & des vernis rémedie assez bien à ces sortes d'inconvéniens : en bouchant ainsi les pores du bois avec une matiére qui n'est point pénétrable à l'eau, non-seulement on empêche l'humidité d'y entrer, mais aussi celle qui s'y trouve renfermée dans le tems qu'on finit l'ouvrage, n'en peut plus sortir; & c'est un moyen de conserver un état constant aux choses qui n'en peuvent changer que par le sec ou par l'humide.

C'est une chose admirable, que des parcelles d'eau qui s'insinuent dans un corps solide, puissent ainsi par leurs petites forces multipliées, augmenter son étendue, nonobstant les résistances énormes qui font effort quelquefois

II. LEÇON.

quelquefois pour le retenir dans ſes dimenſions. On a vû des cables mouillés à deſſein, ſe gonfler aux dépens de leur longueur, & faire approcher du point fixe où ils étoient attachés des maſſes prodigieuſes. Une ſemblable expérience, & qui n'eſt pas moins digne d'attention, ſe paſſe tous les jours ſous des yeux qui n'en remarquent pas tout le beau, dans les carriéres où l'on taille les meules de moulin. Ces ſortes de pierres ſont fort dures, & l'on n'eſt pas dans l'uſage de les ſcier. On en choiſit un bloc que l'on façonne en forme de cylindre d'un diamétre convenable. Tandis qu'il repoſe ſur ſa baſe, on le partage par des tranchées circulaires & paralléles, à telle diſtance l'une de l'autre qu'il ſe trouve entre elles de quoi faire autant de meules: mais comme ces tranchées ne peuvent pas aller juſqu'à l'axe du cylindre, il reſte un noyau qu'il faut rompre à chaque tranche qu'on veut détacher; pour cet effet on remplit tout ce qu'on a creuſé avec des coins de bois tendre & bien ſéchés, dont on augmente enſuite le volume en les mouillant par aſperſion ou autrement.

II. LEÇON.

Ce qu'il y a de merveilleux dans cette pratique, c'est que ni le poids, ni la dureté d'une telle pierre, ne puisse empêcher l'humidité d'avoir son effet sur le bois, & que par un moyen si simple, & si peu puissant en apparence, elle se sépare de la masse dont elle fait partie (*a*).

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

En place du canon de verre de l'expérience précédente, on met celui qui est représenté par la *Figure* 2. Il est garni par le haut, d'un flacon de cryſtal, dont le fond est de cuir de buffle, & dans lequel on a mis du mercure jusques à la hauteur de deux doigts ou environ.

EFFETS.

Au premier coup de piſton, le mercure passe à travers le cuir, & tombe dans le tube par petits globules qui imitent une pluie d'argent.

(*a*) Quoique plusieurs bons Auteurs ayent fait mention de cette pratique, il faut convenir qu'elle n'est point en usage dans tous les endroits où l'on fait des meules; j'ai appris que celles des environs de Jouarre ne se détachent point ainſi.

EXPLICATIONS. II. LEÇON.

La peau de buffle qui sert de fond au flacon, est comme celle de tous les autres animaux, très-poreuse : le mercure qui repose dessus, n'est pas en assez grande quantité pour forcer le passage par son propre poids ; mais quand on y joint la pression de l'air extérieur comme dans la premiére expérience, alors ses petits globules se font jour, & imitent en tombant une pluie d'argent, par leur nombre & par leur couleur.

APPLICATIONS.

La vie des animaux s'entretient par les alimens ; mais de tout ce qu'ils prennent par forme de nourriture, la nature n'en employe qu'une très-petite partie à la subsistance du corps qui les digére : quand elle a fait son extrait, & qu'elle l'a placé selon ses vûes, elle a des voies par lesquelles elle sçait se débarrasser du superflu : on croiroit volontiers que les évacuations les plus vulgairement connues sont aussi celles qui emportent la plus grande quantité de ces subs-

II. LEÇON.

tances excédentes; mais il en eſt d'autres qu'on apperçoit moins, & qui opérent davantage, parce qu'elles ſe font continuellement. Ce qu'on appelle *tranſpiration*, n'eſt autre choſe qu'une évaporation d'humeurs ſurabondantes qui ſe fait en plus grande partie par les pores de la peau: ſi elle eſt telle qu'elle rende la ſurface du corps notablement humide, elle ſe nomme tranſpiration ſenſible, ou vulgairement *ſueur*; & cet état n'eſt pas naturel, il ſuppoſe un exercice violent, ou quelque agitation extraordinaire dans les parties internes; mais l'animal le plus tranquille & qui ſe porte le mieux, n'eſt pas un inſtant ſans tranſpirer d'une maniére peu ſenſible à la vérité, mais ſi efficace à la longue, que ſelon les expériences de Sanctorius, de M. Dodart, & de quelques autres perſonnes qui les ont faites avec ſoin, la tranſpiration inſenſible enléve les cinq huitiemes de ce que nous mangeons & buvons en 24 heures.

On ne doit donc pas être ſurpris du dépériſſement & de la défaillance de ceux qui ſont trop long-tems

sans manger, ou qui ne prennent que des substances peu capables de fournir à la réparation de celles qui se perdent continuellement par la transpiration : mais on a raison de l'être, quand on voit des létargiques & certains animaux, comme les marmotes, les loirs, &c. vivre plusieurs mois endormis, sans prendre aucun aliment. II. LEÇON.

Ceux qui ont vû des corps vivans & endormis de cette sorte, ont dû s'appercevoir que leur état ressemble bien plus à un engourdissement général répandu dans toute l'habitude du corps, qu'au sommeil naturel & commun. Dans un animal qui n'est simplement qu'endormi selon le cours ordinaire de la nature, la respiration est sensible & fréquente ; la chaleur & la molesse des membres témoignent que les humeurs se meuvent & circulent avec liberté; il n'y a, pour ainsi dire, qu'un pas à faire de ce sommeil au réveil, ainsi la transpiration continue, parce que ses causes sont à peu-près les mêmes ; mais dans un létargique ce n'est pas la même chose, tout est dans une inaction presque entiére ; il ne différe d'un mort que par un

II. LEÇON.

reste de mouvement qui se laisse à peine appercevoir, & qui le plus souvent ne se ranime plus : ou s'il se ranime enfin, l'extrême maigreur & la grande foiblesse du malade marquent bien à son réveil la perte qu'il a faite de sa substance par une transpiration plus lente mais trop longue. J'ai observé quelquefois de ces espéces de rats qu'on nomme loirs : l'engourdissement où ils étoient, leur rendoit les membres aussi roides que s'ils eussent été morts ; à peine paroissoient-ils plus chauds que la muraille d'où on les avoit tirés ; presque aucun signe de mouvement interne, & une difficulté pour les éveiller qui permettoit de les agiter de toute maniére, & même de leur faire des blessures. Dans un tel état, l'animal fait bien peu de dissipation ; il peut donc le soutenir quelque-tems sans nourriture, & ce tems où il vit ainsi, est toujours celui de toute l'année, où la transpiration est moins abondante, c'est-à-dire, pendant le froid.

Dans les grandes chaleurs de l'été on transpire davantage, & d'ordinaire on mange moins que dans tou-

te autre saison ; les parties de l'estomac destinées à faire la digestion des alimens, se relâchent justement lorsqu'il seroit le plus nécessaire qu'elles exerçassent leurs fonctions ; les animaux sont alors moins vigoureux, parce qu'ils perdent plus, & qu'ils réparent moins qu'en tout autre tems, l'appétit & le besoin de manger ne sont point la même chose.

Si la peau des animaux a des pores qui transmettent les humeurs du dedans au-dehors, elle en a aussi qui permettent le passage à des matiéres qui agissent du dehors au-dedans ; la Médecine applique extérieurement des remédes qui portent leurs effets jusqu'aux parties les plus internes, & qui ne permettent point de douter de cette derniére espéce de porosité.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On met un œuf dans un gobelet de verre plein d'eau claire, que l'on couvre d'un récipient, sur la platine de la machine pneumatique, comme il est représenté par la *Fig.* 3.

II. LEÇON.

EFFETS.

Quand on fait agir la pompe pour ôter une partie de l'air qui est dans le récipient, toute la surface de l'œuf se couvre de petites bulles d'air qui se détachent peu à peu, pour gagner la surface de l'eau; & à certains endroits de l'œuf on remarque des petits jets d'air qui sont formés par une suite continuelle de pareils globules.

EXPLICATIONS.

La coque d'un œuf est poreuse, & par cette raison il s'évapore en peu de jours une partie de sa substance, qui est bien-tôt remplacée par l'air qui l'environne. Cet air contenu dans l'œuf n'en sort point tant qu'il est retenu par la pression de l'atmosphére: mais quand on diminue ou qu'on fait cesser cette pression, comme il arrive dès qu'on ôte l'air qui est dans le récipient: & qui presse l'eau contre toute la surface de l'œuf; aussi-tôt l'air intérieur, par une propriété que nous expliquerons dans son tems, fait effort pour passer au-dehors, & montre en sortant les pores de la coque

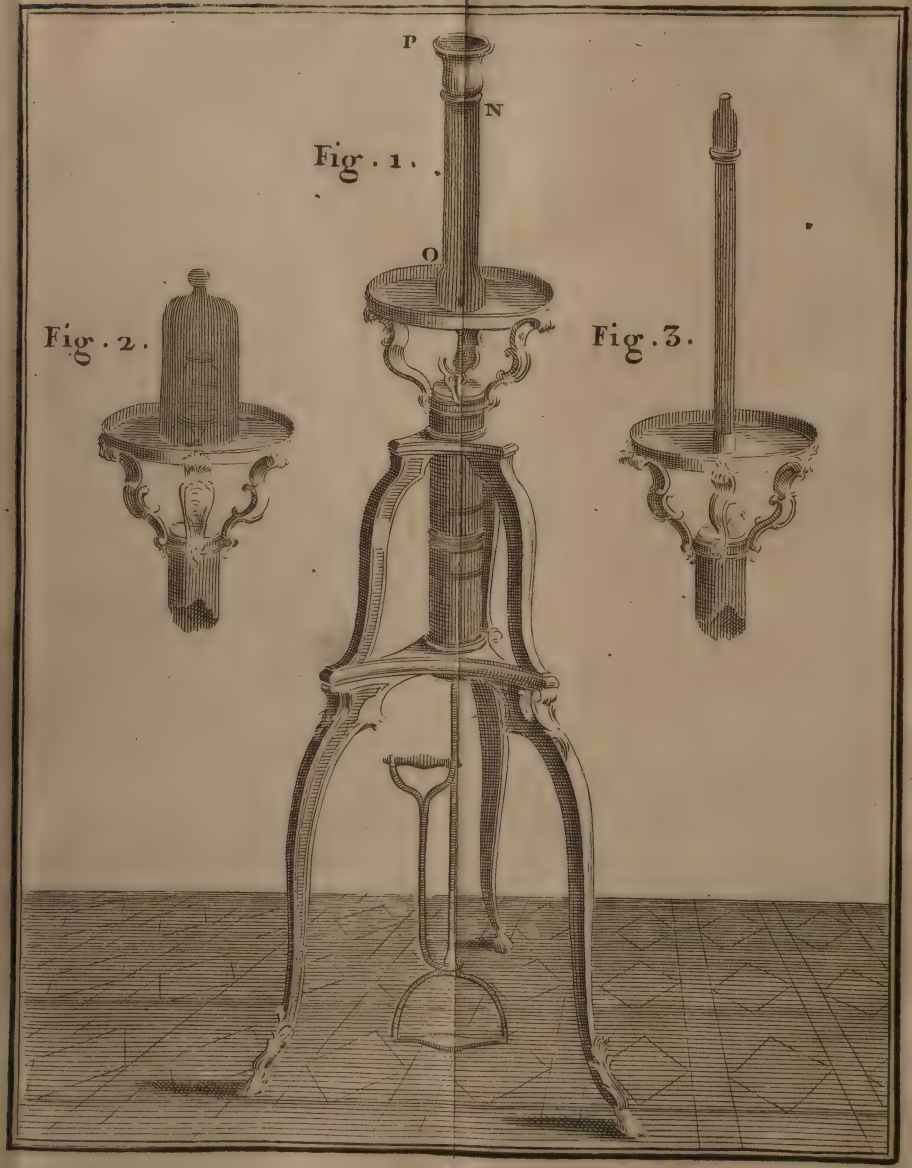


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

coque par lesquels il y étoit entré. La plûpart de ces pores sont si petits que l'air n'y passe qu'en parties insensibles; mais l'adhérence mutuelle de ces particules les retient, jusqu'à ce que le volume augmenté par un assez grand nombre, soit forcé de s'élever à la surface de l'eau, par la différence qu'il y a entre les pesanteurs spécifiques des deux fluides. I. LEÇON.

La porosité n'est point égale partout; il y a des endroits où ces petits passages sont plus ouverts, & par lesquels l'air passe assez librement, & en assez grande quantité, pour obéir tout d'un coup à sa légéreté respective; c'est ce qui donne lieu à ces petits jets qu'on remarque en différens endroits. L'eau que l'on met dans le gobelet, & dans laquelle l'œuf doit être entiérement plongé, ne sert que pour faire appercevoir les bulles d'air qui sortent de la coque, & qu'on ne pourroit pas remarquer, si elles passoient immédiatement dans l'air du récipient.

APPLICATIONS.

LES œufs qu'on nomme *frais*, sont

II. LEÇON.

ceux qui n'ont point encore perdu cette partie qu'on nomme le *lait*, & qu'on trouve d'abord en les ouvrant, quand ils ne sont point trop cuits : ainsi sans avoir égard à la date, on pourroit nommer de même ceux qui seroient pondus depuis plusieurs jours, mais à qui l'on auroit épargné cette dissipation de substance, qui n'est qu'un effet de l'évaporation, qui se fait assez promptement par les pores de la coque. Non-seulement c'est une chose curieuse de conserver frais par leurs qualités des œufs qui sont vieux par le tems ; mais il y a un avantage réel à se procurer toujours en bon état un aliment qui devient souvent équivoque, quand il est gardé. Dans les voyages de mer, & dans les saisons où les poules ne pondent point, ou très-rarement, c'est une véritable ressource qu'une provision d'œufs qui sont aussi bons que s'ils étoient nouvellement pondus. Feu M. de Reaumur qui ne bornoit jamais ses recherches à des spéculations de simple curiosité, nous en a offert un moyen qui paroît aussi simple & plus sûr que tous ceux qu'on avoit imagi-

II. LEÇON.

nés avant lui. Il conseilloit de boucher les pores de l'œuf avec un enduit indissoluble à l'eau, & qui ait quelque consistance, afin que ce qui fait effort pour transpirer du dedans au dehors de l'œuf, ne puisse pas fondre ce qui se sera moulé dans les pores comme autant de petits bouchons. Deux ou trois couches de vernis le plus commun, une légére couverture de graisse de mouton, ou de cire chauffée seulement jusqu'à liquidité, sont des moyens qui réussissent également; & je puis dire d'après ma propre expérience, qu'un œuf ainsi gardé cinq ou six mois, fait encore le lait, & n'a pas le moindre mauvais goût. Cependant quand on les veut garder plus sûrement, & pendant plusieurs mois, il faut choisir des œufs qui n'ayent point été fécondés, autrement le germe étouffé sous le vernis ne manquera pas d'en corrompre une partie.

Les œufs vernis ou enduits, comme on vient de le dire, n'ont pas seulement l'avantage de se conserver bons, pour être mangés comme frais; ils ont encore celui de pouvoir être couvés en toute sûreté, pourvû qu'on

II. LEÇON.

n'attende pas au-delà de cinq ou six semaines; c'est donc un nouveau moyen pour tenter d'élever des oiseaux étrangers, qu'on ne peut transporter vivans qu'avec beaucoup de peine & d'embarras, & qui pour l'ordinaire ne s'accouplent point hors de leur pays. Leurs œufs vernis se transporteront aisément, seront propres à être couvés après le transport: & l'on sçait qu'une espéce couve les œufs d'une autre: une poule fait éclore des canards, des faisans, &c. Mais en pareil cas il ne faut pas oublier de préférer le vernis à tout autre enduit qui s'appliqueroit chaud, & qui pourroit tuer le germe; non plus que d'ôter le vernis même qui couvre la coque, quand il s'agit de mettre les œufs sous l'oiseau qui les doit couver. Cette transpiration qu'on avoit intérêt d'arrêter jusqu'alors, devient nécessaire pendant l'incubation; & ce sont encore deux faits également constatés par les expériences de M. de Reaumur; 1°, qu'un œuf verni demeure envain sous l'oiseau qui couve; 2°. que celui qui a été enduit, & qui ne l'est plus, se couve, & vient à bien, comme s'il ne l'avoit jamais été.

IV. EXPERIENCE.

II. Leçon.

PREPARATION.

SUR un morceau de papier blanc, on écrit, ou l'on deſſine ce que l'on veut, avec une liqueur claire & ſans couleur, qui eſt préparée avec du vinaigre diſtillé & de la litarge; on met ce papier, qui ne porte aucune marque d'écriture, quand il eſt ſec, dans les premiéres feuilles d'un livre qui a 400 ou 500 pages; on étend enſuite avec une petite éponge ſur la derniére feuille du livre, une autre liqueur qui n'eſt pas plus colorée que la premiére, & qui eſt une préparation faite avec l'orpiment, la chaux vive & l'eau commune: & l'on tient le livre fermé pendant trois ou quatre minutes. *Fig.* 4.

EFFETS.

QUAND on retire le papier qu'on avoit mis dans le livre, on trouve coloré d'un brun noir tout ce qu'on y avoit écrit ou deſſiné avec la premiére liqueur; & l'on ne rencontre aucune marque ſemblable dans tout le reſte du livre.

II. LEÇON.

EXPLICATIONS.

CES deux liqueurs que l'usage a fait nommer *encres de sympathie*, sont de telle nature, que par-tout où elles se rencontrent, leur mêlange paroît sous une couleur qu'elles n'avoient ni l'une ni l'autre, avant que de se joindre. C'est un effet qui leur est commun avec plusieurs autres liqueurs, & dont nous essayerons de rendre raison en parlant de la lumiére & des couleurs. La derniére de ces deux liqueurs exhale une vapeur fort pénétrante qu'on apperçoit à l'odeur & qui passe à travers les feuillets du livre en très-peu de tems. Or la vapeur d'une liqueur, c'est la liqueur même divisée en très-petites parties, & dans cet état elle est également propre à s'unir avec ce qu'on a étendu de la premiére sur le papier blanc; il s'y fait donc un mêlange des deux, qui paroît sous la couleur qu'elles doivent faire naître toutes les fois qu'elles se joignent ensemble; & comme cette couleur dépend absolument de l'union des deux, la vapeur, en pénétrant le livre, n'a dû laisser aucune

trace de son passage, puisqu'on suppose que les feuilles ne portoient rien de la premiére liqueur.

II. LEÇON.

APPLICATIONS.

Depuis qu'on a banni de la Physique toutes ces qualités occultes avec lesquelles on répondoit à tout, mais qui au fond ne rendoient raison de rien à quiconque vouloit des idées claires & distinctes ; on ne doit plus recevoir la *sympathie* & l'*antipathie*, comme les causes d'aucun phénoméne, à moins qu'on ne prenne ces mots par abbréviation, pour l'action méchanique d'un corps sur un autre, comme quand on dit, *tel remède, ou tel aliment, est ami de la poitrine, de l'estomac*, &c, façon de parler, pour dire qu'on en doit attendre un bon effet, & pour ne point expliquer en détail comment se passe cette action qui conserve, ou qui répare. Mais si quelqu'un, pour rendre raison de l'expérience précédente avoit dit : la seconde liqueur fait paroître la premiére, parce qu'elle sympathise avec elle ; il n'auroit rien dit pour ceux qui veulent une explication intelligible ; on exigeroit de lui qu'il fît con-

II. LEÇON.

noître en particulier, ou au moins en général, en quoi consiste cette sympathie ; ses raisons ne se feroient goûter que quand il les établiroit sur des principes connus : car s'il supposoit dans son explication quelque chose de nouveau en Physique ; il faudroit encore qu'il le prouvât, sans quoi ce ne seroit qu'une hypothése qui n'auroit nulle force.

Ce qui fait recourir aux sympathies ou aux antipathies, pour expliquer certains faits, c'est ordinairement la difficulté qu'on trouve à les accorder avec les loix ordinaires & communes de la nature ; mais ceux qui en usent ainsi, sont souvent bien peu informés de ces loix, & de l'usage qu'on peut faire de leur connoissance. Un homme instruit, sçait que les propriétés que nous connoissons dans les corps, sont en bien petit nombre, mais qu'elles sont très-fécondes dans leurs applications : elles se montrent par tant d'endroits différens, qu'il a peine à se persuader de les trouver jamais en défaut ; sans se flatter de les connoître toutes, il ne se permet pas légérement la liberté d'en imaginer

de nouvelles; il aime mieux croire qu'il ne les voit pas toujours où elles sont, & que ce qu'il n'apperçoit pas est réservé à un génie plus heureux ou plus clairvoyant.

Mais (il faut l'avouer) les faits sont inexplicables très-souvent, parce qu'ils sont faux ou exagérés; & c'est agir prudemment que de les constater avant de faire les frais d'une explication. Ceux qui les racontent ont cru voir ce qu'ils n'ont point vû, faute de discernement ou d'attention; ou bien ils les redisent d'après des gens intéressés ou de mauvaise foi: si la crédulité, l'amour du merveilleux, vient encore à l'appui de l'ignorance & de la prévention, on reçoit comme faits constans toutes les imaginations creuses & puériles qui se présentent, & toutes les exagérations qui se transmettent de bouche en bouche, & qui s'accréditent par le tems & par l'autorité de quelqu'un à qui l'on suppose des lumiéres qu'il n'a pas. Je ne parle point de l'impossibilité prétendue d'accorder sur un instrument deux cordes, dont l'une seroit de boyaux de mouton, & l'autre

II. LEÇON.

de boyaux de loup ; du danger imaginaire de jetter dans le feu de l'urine ou du sang ; de la guérison qu'on attend de certains fruits qu'on porte dans sa poche, ou qu'on jette dans un puits ; & d'une infinité d'autres remédes, ou préservatifs semblables, dont tout le monde sent le ridicule, & qui ne s'appuyent d'aucune expérience qu'on puisse citer.

Mais qui est-ce qui n'a point entendu parler de la fameuse poudre de sympathie, & de ses effets admirables ? On sçait que ce n'est autre chose que du vitriol calciné au Soleil & pulvérisé : ce minéral est astringent ; quand on l'applique sur une plaie il ne manque guére de la déssécher, & de la disposer à se fermer en peu de tems : jusqu'ici point de sympathie, dans le sens qu'on le suppose. Quand on employe cette poudre près du blessé sur une linge baigné de son sang encore chaud, il arrive quelquefois que la blessure s'en ressent ; il n'y a encore là rien de sympatique que pour ceux qui ignorent que du vitriol en poudre s'exhale en particules insensibles, que l'air voisin porte aux environs, & qui s'at-

tachent par préférence aux endroits humides. Mais le merveilleux de cette opération, c'eſt quand cette poudre agit à une grande diſtance, comme à 4, à 6 ou à 10 lieues.

Il n'y a pas d'apparence, (il faut en convenir) qu'on explique jamais un tel phénoméne avec quelque vraiſemblance par les loix ordinaires & connues de la nature : mais pourquoi chercher à l'expliquer, ce prétendu phénoméne, s'il n'eſt qu'une exagération outrée de quelque Charlatan, ſoutenue aveuglément par la crédulité, & par l'envie d'entendre & de débiter des merveilles ? C'eſt le jugement qu'on doit en porter d'après ceux qui n'en ont voulu croire que leurs propres yeux*. Combien de pareilles chimeres s'évanouiroient, ſi l'on étoit de bonne foi dans le récit des faits, & de leurs circonſtances !

* *Cours de Chymie de Lemery, p. 492.*

AUTANT nous ſommes certains que la poroſité eſt une propriété commune à tous les corps, autant nous ignorons la quantité abſolue de leurs pores. Comme tout ce qui eſt matiére eſt peſant, & que la peſanteur ne con-

II. LEÇON.

vient qu'à ce qui est matériel ; nous sçavons bien qu'un corps a moins de vuide qu'un autre, quand à volume égale il pése davantage que lui : mais cette comparaison ne nous apprend que leur porosité relative ; elle ne nous dit pas que dans l'un des deux il y a justement telle ou telle quantité de parties solides, ce qui nous feroit connoître évidemment de combien il est poreux. Le vrai moyen d'en être instruit, seroit d'avoir une matiére de comparaison qui fût toute solide, en qui la grandeur & le poids fussent absolument synonimes : car en comparant une portion de cette matiére avec un pareil volume d'une autre matiére ; si celle-ci pesoit moitié moins, par exemple, on auroit raison de conclure, non-seulement qu'elle est une fois moins solide, comme nous faisons d'ordinaire ; mais on sçauroit de plus la juste valeur de ce *moins*, & l'on regarderoit comme certain, que la porosité de cette matiére comparée seroit égale à sa solidité : puisque la pesanteur, attribut qu'on peut regarder comme inséparable des parties matérielles, s'y feroit sentir une

II. LEÇON.

fois moins que dans une semblable étendue qu'on suppose toute matiére

Mais un corps de cette espéce ne sera jamais qu'une supposition qu'on ne peut pas réaliser : nous ne connoissons rien de semblable dans la nature. L'or est de tous les êtres matériels que nous connoissons, celui qui est le plus compact, & qui renferme le plus de matiére sous un volume déterminé ; il n'y a point de matiére connue, dont un pouce cube pese autant qu'un pouce cube d'or. Cependant ce métal est poreux, puisqu'en un moment le mercure s'y introduit, & que l'eau régale dont on se sert pour le dissoudre, agit de surface en surface jusqu'à la derniére. Plusieurs Physiciens * même ont porté leurs conjectures jusques à croire qu'il pouvoit y avoir dans l'or autant de vuide que de plein. Quelle idée aurons-nous donc de la porosité des autres corps ? de l'eau commune, par exemple, qui pese environ dix-neuf fois moins que l'or ; ou de l'air qui est 800 fois moins solide que l'eau.

* *Newton, Traité d'Optique, liv. 2. part. 3. prop. 8.*

Une matiére n'est pas toujours plus poreuse qu'une autre par cette

II. LEÇON.

seule raison qu'elle a des pores plus ouverts ; le nombre compense souvent, ou surpasse même dans l'une ce que fait la grandeur dans l'autre. Un bouchon de liége, quelque comprimé qu'il soit dans le col d'une bouteille, ne devient jamais aussi compact qu'un morceau de bois de quelque espéce qu'il soit : jamais son volume diminué par compression ne le rend aussi pesant que le chêne, par exemple ; sa porosité est donc toujours plus grande ; cependant ni le chêne, ni aucun autre bois semblable ne sera jamais aussi propre que le liége pour arrêter l'évaporation de quelque liqueur renfermée dans un vaisseau : il est donc plus que vrai-semblable que si dans l'un des deux la somme des vuides est plus grande, c'est moins par la grandeur que par le nombre des pores. Quand l'eau régale qui dissout l'or refuse de pénétrer dans une masse d'argent, dira-t-on, en conséquence de la légéreté respective de ce dernier métal, qu'il a les pores plus ouverts que le premier ? pourquoi ce qui entre dans celui-ci ne peut-il pas entamer l'autre, si, comme

on le suppose, ses parties plus distantes les unes des autres, donnent plus de prise au dissolvant? Ne vaudroit-il pas mieux dire que les petits vuides dans l'argent, ne sont pas tout-à-fait aussi grands que dans l'or, mais qu'ils sont beaucoup plus nombreux? II. LEÇON.

Jusques ici l'explication ne va point mal. Mais si l'on répond que l'eau forte ordinaire, qui divise l'argent & la plûpart des autres métaux, ne donne aucune atteinte à l'or; il faut avouer que la grandeur respective des pores devient une raison bien foible; car pourquoi ce qui peut s'introduire dans une moindre ouverture, n'en peut-il pas pénétrer une plus grande? Est-ce qu'il faudroit une juste proportion entre les petites pointes du dissolvant, & les pores de la matiére dissoluble? ou bien, faudra-t-il pour étayer cette explication, joindre la figure à la grandeur?

On ne peut douter qu'une matiére ne différe d'une autre par la configuration de ses parties insensibles; & de ce qu'elles sont différemment figurées dans les différens corps, il s'ensuit que les pores dans les uns & dans les

II. LEÇON.

autres doivent prendre différentes formes. A l'aide de ce principe qui est inconteſtable, on conçoit aiſément qu'une particule ſolide pour ſe placer dans un de ces petits vuides, ou pour paſſer de l'un à l'autre, doit avoir non-ſeulement une grandeur proportionnée, mais auſſi une figure convenable ; & que l'une de ces deux conditions venant à manquer, l'autre peut fort bien ne pas ſuffire. C'eſt ici le cas où l'on eſt obligé de reconnoître, qu'avec des principes certains & avoués d'ailleurs, on demeure encore en doute ſur les explications, quand on n'applique ces principes que par conjectures, & que l'expérience ne dit pas ſi l'on a bien deviné.

Au reſte, quoique nous ignorions ſi c'eſt une proportion de grandeur, ou de figure, ou l'une & l'autre enſemble, qui font agir un diſſolvant ſur une matiére préférablement à une autre, le fait n'en eſt pas moins connu, & depuis long-tems les Arts en ont fait leur profit.

Le Graveur en taille-douce prend une planche de cuivre mince & bien polie ; il l'enduit légérement d'une eſpéce

espéce de cire préparée qu'il noircit à la fumée d'un flambeau ; il dessine ensuite sur cette surface enduite, avec une pointe d'acier qui découvre le cuivre par autant de traits que son dessein en exige ; il borde sa planche avec un cordon de cire amollie, il la pose horisontalement, & il la couvre de 3. ou 4. lignes d'eau-forte affoiblie avec de l'eau commune au tiers ou à moitié. En peu de tems le cuivre découvert par la pointe d'acier céde à l'action du dissolvant, & se creuse plus ou moins, selon les vûes de l'artiste qui régle la durée de l'opération pendant que la cire (qui ne se dissout point dans l'eau-forte) conserve le reste de la surface en son entier. C'est ainsi qu'on prépare une feuille de métal pour multiplier 3000 ou 4000 fois la même estampe, en la faisant passer successivement par la presse sur autant de feuilles de papier.

Le marbre est impénétrable à l'eau & à quantité d'autres liqueurs: mais il ne l'est pas pour l'esprit-de-vin, pour l'esprit de térébenthine, pour la cire fondue ; ces exceptions ont été faisies par des personnes ingénieuses

II. LEÇON

comme autant de moyens pour introduire dans l'intérieur du marbre des couleurs étrangéres, & pour imiter avec celui qui eſt blanc les autres eſpéces qui ſont naturellement colorées. Feu M. Dufay, qui s'étoit beaucoup exercé à teindre des pierres dures, & qui a fait part à l'Académie des Sciences de ſes découvertes en ce genre,* m'a fait voir pluſieurs fois des tables de marbre artificiellement teintes, bien imitées, & ſi fortement pénétrées, qu'elles avoient été polies depuis ſans rien perdre de leurs couleurs.

* *Mem. de l'Acad.* 1728. p. 50.

Les vernis dont on fait maintenant tant d'uſage, ne ſont autre choſe que des gommes de différentes eſpéces que l'on liquéfie par le moyen de quelque diſſolvant. Telle s'étend dans l'eſprit-de-vin, qui reſte entiére dans les huiles qu'on employe avec ſuccès pour fondre les autres; tout l'art conſiſte à connoître dans quelle matiére chacune eſt diſſoluble, & ce choix ne devient ſans doute néceſſaire que par la différence qu'il y a entre la poroſité des unes & celle des autres.

II. SECTION.

De la Compressibilité, & de l'Elasticité des Corps.

TOUT ce que nous avons dit de la porosité, a déja dû faire connoître que la grandeur apparente d'un corps quelconque, excéde toujours celle qui appartient à la quantité réelle de sa matiére propre : & cét excès varie peut-être autant que les espéces qui composent l'univers ; car on rencontre rarement deux matiéres qui, à volumes égaux, pésent également.

C'est ce rapport du volume à la masse, qu'on nomme *densité :* un corps est plus dense qu'un autre, quand la quantité réelle de sa matiére différe moins de sa grandeur apparente ; ou (ce qui est la même chose) quand sous une grandeur donnée, il contient plus de parties solides. Le plomb est donc plus dense que le cuivre, l'air est moins dense que l'eau.

Mais le même corps peut changer

II. LEÇON.

de denſité; c'eſt-à-dire, que ſa maſſe reſtant la même, ſon volume peut varier, ſoit en augmentant, ſoit en diminuant. Quand un corps devient plus denſe, c'eſt que ſes parties ſolides ſe raſſemblent dans un plus petit eſpace; & cela peut ſe faire de deux maniéres, ou lorſqu'on ſupprime une cauſe interne qui les tenoit plus écartées, ou quand on applique extérieurement une force qui les oblige à ſe rapprocher mutuellement. On peut diſtinguer l'une de l'autre, ces deux maniéres de diminuer le volume d'un corps, en appellant la premiére *condenſation*, l'autre, *compreſſion*; (quoique, à dire vrai, ce ſoit toujours condenſer une matiére que d'occaſionner la diminution de ſon volume de quelque façon que ce ſoit:) ainſi ferrer de la neige dans les mains pour en faire une pelotte, c'eſt la comprimer; faire refroidir une liqueur, ou diminuer la chaleur qui dilate ſes parties, c'eſt la condenſer.

Nous ne connoiſſons aucun corps dans la nature (en faiſant abſtraction des parties élémentaires ou atômes, s'il y en a) dont le volume ne puiſſe

être diminué de l'une de ces deux maniéres au moins, & assez souvent de l'une & de l'autre façon. Quelque dure que puisse être une matiére, elle ne l'est jamais parfaitement ; ses molécules sont toujours plus ou moins dilatées, soit par un mouvement interne qui peut être ralenti, soit par l'action d'un fluide étranger qui la pénétre, & qu'on peut vaincre par une puissance extérieure. Une barre de fer, par exemple, qui a été chauffée jusqu'à rougir, devient ensuite plus menue & plus dure, à mesure qu'elle se refroidit ; parce que ses parties se rapprochent peu à peu, en perdant le mouvement violent qu'elles avoient acquis dans le feu. Une éponge mouillée & dilatée par l'eau qu'elle contient, se place dans un espace beaucoup moindre, quand on exprime le fluide qui remplit ses pores. Une boule de marbre ou de verre, un diamant même, jettés sur quelque chose d'aussi dur, rejailliſſent à l'instant ; & nous ferons voir bien-tôt que le mouvement de réflexion est une preuve de la compressibilité du corps réfléchi.

II. LEÇON.

Tous les corps généralement dans tel état qu'ils se présentent, solides, fluides, ou liquides, sont susceptibles de condensation. Un morceau de marbre, & sur-tout s'il est noir, se trouve plus petit, quand il a séjourné quelque tems dans un lieu beaucoup plus froid que celui où il étoit, lorsqu'on l'a mesuré d'abord. Une vessie ou un ballon rempli d'air pendant l'été, devient flasque pendant l'hyver; & la liqueur du thermométre ne descend vers la boule, que quand son volume ne suffit plus pour remplir la partie du tube, qu'elle occupoit dans un tems plus chaud : mais nous remettons à parler plus amplement de la maniere dont les corps se condensent en traitant du feu & de la chaleur qui les raréfient.

Quant à la compression, on ne peut pas dire qu'elle convienne aussi généralement à la matiére considérée dans tous ses états : tous les corps solides sont compressibles, & jusqu'ici l'expérience n'en a fait excepter aucun : l'air se comprime considérablement, & produit par cette propriété des effets surprenans, que nous

II. LEÇON.

rapporterons dans leur lieu. D'autres fluides, comme la fumée, la flamme, &c. n'ont point encore été éprouvés dans cette vûe; sans doute parce qu'il seroit très-difficile, & probablement impossible de les appliquer seuls à des expériences de cette espéce: mais pour les liqueurs, elles n'ont jamais donné directement aucun signe de compressibilité, quelque chose qu'on ait fait; & il semble que l'on a fait d'abord tout ce que l'on peut faire: l'expérience de l'Académie *del-cimento*, est aussi ingénieuse que le résultat dévoit être peu attendu; & l'on ne voit pas que depuis qu'on l'a faite, personne ait réussi à faire mieux. M. Newton * la rapporte comme une chose fort curieuse; & comme s'il eût appréhendé qu'un fait aussi surprenant ne fût révoqué en doute, il assure qu'il le tient d'un témoin oculaire; pour moi, je le cite d'après mes propres yeux, & l'usage que j'en fais dans mes cours, a déja mis bien du monde à portée de le citer de même: voici le fait.

* *Traité d'Opt. liv. 2. part. 3. prop. 8.*

I. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Une boule de métal dont on a mesuré exactement la capacité, assez mince pour être flexible, remplie d'eau entiérement, & bouchée de façon qu'elle ne puisse rien perdre par l'orifice, s'applique à une petite presse qui est représentée par la *Fig.* 5.

EFFETS.

Quand on fait agir la presse, la boule de métal comprimée, s'applatit un peu; & si l'on continue de presser, l'eau se fait jour à travers les pores, & paroît sur la surface en petites gouttes semblables à celles de la rosée.

EXPLICATIONS.

C'est une chose démontrée, qu'une capacité sphérique, à surfaces égales, contient plus de matiére que toute autre: il s'ensuit qu'un vaisseau qui a cette figure, & qui est plein, ne peut pas la perdre qu'il n'arrive de ces deux choses l'une; ou qu'il

augmente

Fig. 7.

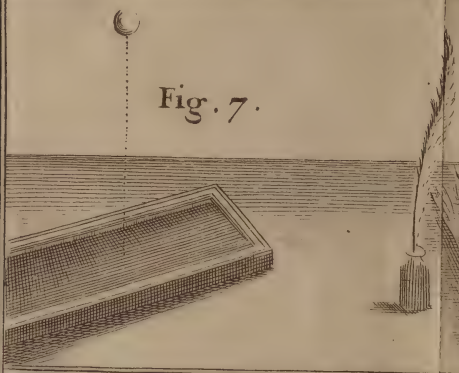


Fig. 4.

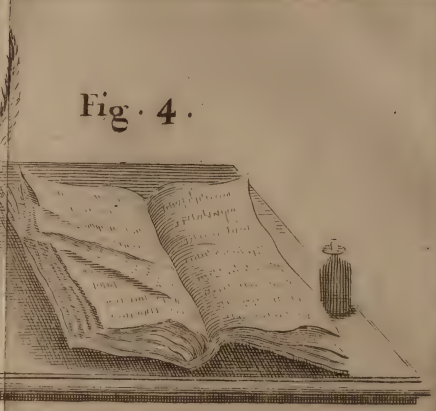
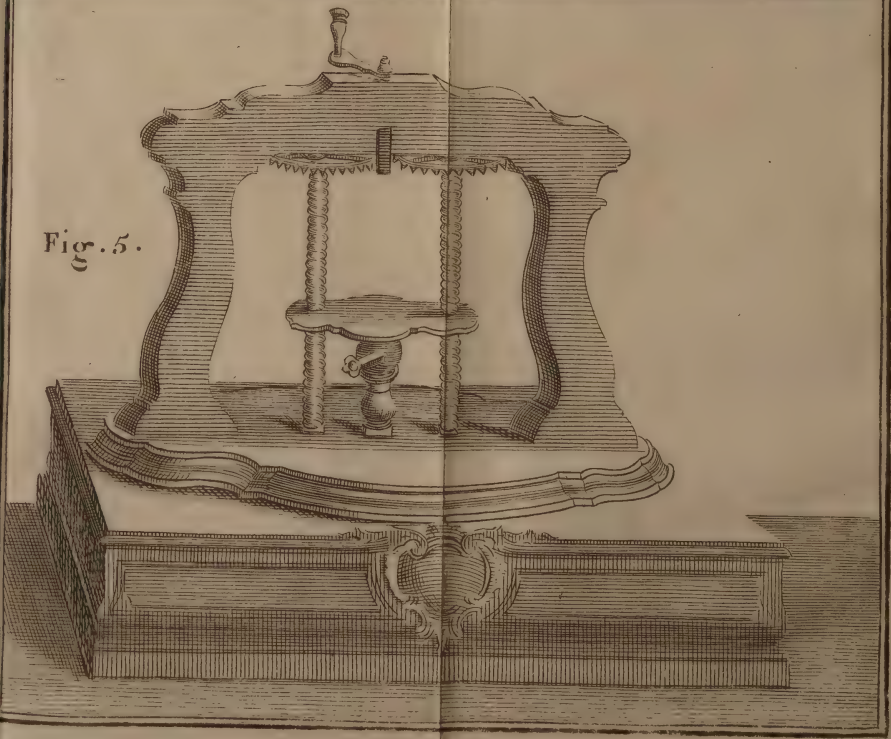


Fig. 5.



augmente de surface, pour conserver la même capacité, ou que ce qu'il renferme, se condense en diminuant de volume. Quand l'eau commence à passer à travers le métal, la boule se trouve un peu applatie ; mais en mesurant sa capacité, on la trouve la même qu'elle étoit avant l'expérience : il faut donc convenir que cet applatissement n'est dû qu'à la ductilité du métal ; & que le volume de l'eau n'a point été sensiblement diminué sous la presse.

Boyle, le Baron de Verulam, & quelques autres Physiciens qui ont essayé de comprimer l'eau dans des boëtes de métal, ont cru voir des marques de sa compressibilité; mais il y a toute apparence que ce qu'ils ont apperçu, devoit être attribué à la flexibilité ou au ressort du métal, ou bien à celui de quelques bulles d'air renfermées avec l'eau dans la même boîte.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

A B C D, *Fig. 6* est un tube de

II. LEÇON.

verre fort épais, qui a 3 lignes de diamétre intérieurement, 7 pieds de hauteur, & qui eſt recourbé en forme de ſiphon ; on y verſe d'abord un peu de mercure qui remplit la courbure, & qui ſe met de niveau en *BC* ; on emplit la partie *CD* avec de l'eau ; on bouche exactement & ſolidement le tuyau en *D*, & l'on verſe enſuite du mercure dans la branche *AB*, juſqu'à ce qu'elle ſoit entiérement pleine.

EFFETS.

La colonne d'eau qui eſt entre *CD*, oppoſe tant de réſiſtance à la preſſion du mercure, qu'elle ne diminue pas ſenſiblement de volume.

EXPLICATIONS.

NOUS ferons voir en traitant de l'Hydroſtatique, que la preſſion qu'exerce le mercure contre l'eau en *C*, eſt égale au poids de la colonne contenue dans la partie *AB* du tuyau. Or cette colonne de mercure qui a environ 6 pieds 10 pouces de hauteur égale trois fois le poids de l'atmoſphère, ce qui fait une force très-grande ; & puiſqu'elle ne ſuffit pas

pour condenser sensiblement le volume d'eau contre lequel elle agit, c'est une marque que les parties des liquides sont fort dures, & que les matiéres qui sont en cet état sont bien peu flexibles.

APPLICATIONS.

QUOIQUE dans les expériences que nous venons de rapporter, l'eau ne laisse appercevoir aucun signe de condensation; on n'en doit pas conclurre que les liqueurs soient absolument incompressibles, mais seulement qu'elles sont capables de résister aux efforts qu'on a employés jusqu'ici contre elles. Tout nous porte à croire qu'elles céderoient enfin d'une maniére sensible, s'il étoit possible de les soumettre à de plus grandes pressions, & qu'elles cédent même à celles qu'on employe, mais d'une quantité trop petite pour être apperçue. Tous les corps solides se compriment, parce qu'étant poreux, leurs parties peuvent se rapprocher; mais qu'est-ce qu'une liqueur, sinon un assemblage de petits corps solides que nous ne pouvons pas regarder comme des

II. LEÇON.

êtres simples, mais plutôt comme des petites masses composées de parties qui ne sont pas si étroitement unies, qu'elles ne laissent de petits vuides entre elles. Si la porosité rend les grands corps susceptibles de condensation, la même cause ne doit-elle pas avoir le même effet dans les plus petits ? Tout ce qu'on peut dire, c'est que la compressibilité doit diminuer, comme la grandeur des corps ; c'est-à-dire, que les plus petits sont les moins flexibles ; que les parties d'une liqueur par conséquent, à cause de leur extrême petitesse, sont à l'épreuve des plus grandes forces : mais il suit du même principe, qu'il n'y a d'absolument incompressible, que ce qui est absolument simple ; tels que seroient des atômes, ou les parties primordiales des corps, sur lesquelles nos épreuves n'ont point de prise.

Il est avantageux pour nous, que tout ce qui est liquide puisse résister à des pressions qui rapprochent & qui broyent les autres corps ; tout ce que nous tirons des végétaux par expression, le vin, le cidre, les huiles, &c. ne se sépareroient jamais des

parties solides qui les renferment, si les liquides pouvoient se comprimer comme elles ; les fruits soumis à la presse ne feroient qu'y changer de volume ; la facilité que nous avons à extraire les sucs que la nature y a préparés pour nos usages, est presque toute fondée sur la résistance que les liquides opposent à la compression.

On ne peut s'empêcher d'être surpris, quand on considére que le même corps est compressible, ou ne l'est pas, selon qu'un dégré plus ou moins grand de chaleur change son état : un morceau de glace donne des marques de compression ; qu'il se réduise en eau, c'est toujours la même matiére, mais elle ne se comprime plus : la cire, le soufre, le métal, &c. font voir la même chose, quand on les fait passer de l'état de solidité à celui de liquidité. Ce phénoméne est intéressant, & mérite bien une explication : malheureusement nous n'avons à offrir qu'une conjecture, mais pourtant, une conjecture appuyée sur des principes connus, & qui la rendent probable.

On peut dire que l'état naturel de

II. LEÇON.

presque tous les corps, est d'être solides ; quand ils sont liquides, c'est parce qu'une matiere étrangére les rend tels en pénétrant dans leur intérieur, & en donnant par sa quantité ou par son action à leurs parties une mobilité respective qui rompt toute liaison, & presque toute adhérence entre elles. C'est ainsi que de la terre abreuvée d'une quantité d'eau suffisante, devient de la boue qui coule sur un plan incliné ; l'eau elle-même cesse d'être glace, aussi-tôt qu'un fluide plus subtil, & connu sous le nom de *matiére du feu*, la pénétre en assez grande quantité, & y porte assez de mouvement pour détacher ses parties les unes des autres.

Si l'on demande maintenant pourquoi les corps solides peuvent se comprimer, & que les liqueurs n'ont pas la même propriété; ne peut on pas répondre avec vraisemblance, que dans les premiers, les parties portent, pour ainsi dire, à faux, ou ne sont appuyées que sur un fluide sans action, qui céde au moindre choc ; au lieu que dans les liqueurs, les molécules plus divisées, & par cette raison déja

II. LEÇON.

moins flexibles, sont appuyées sur un fluide assez abondant, & dont les parties sont d'autant plus dures qu'elles sont plus simples. Si l'on avoit mis dans un vase une certaine quantité de globules d'acier ou de quelque autre matiére équivalente pour la dureté, elles ne céderoient point sensiblement à la compression, soit qu'elles fussent seules, pourvû qu'elles se touchassent; soit qu'elles fussent mêlées avec d'autres plus petites qui les empêchassent de se toucher, pourvû que ces dernieres fussent elles-mêmes inflexibles. *Fig.* 8.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Sur une tablette de marbre noir bien unie, & enduite d'une très-légére couche d'huile, on laisse tomber plusieurs fois & en différens endroits de la hauteur de 2 ou 3 pieds une petite boule d'yvoire, qui peut avoir environ $\frac{3}{4}$ de pouce de diamétre. *Fig.* 7.

II. LEÇON.

EFFETS.

EN regardant obliquement la tablette de marbre, on apperçoit partout où la boule d'yvoire a touché, une tache ronde qui a environ deux lignes de diamétre; & cette tache eſt plus grande aux endroits où la boule eſt tombée de plus haut.

EXPLICATIONS.

L'YVOIRE, quoique très-ferme, eſt une matiére compreſſible; quand il tombe ſur le marbre, le mouvement de ſa peſanteur qui l'y pouſſe, occaſionne une preſſion qui porte une partie plus ou moins grande de cette petite ſphére vers ſon centre; & comme ces parties comprimées ſont de nature à ſe rétablir dans un inſtant, il ne reſte aucune marque de cette compreſſion ſur la boule; mais la tache qui paroît ſur le marbre, eſt une preuve inconteſtable de cet applatiſſement qui a diſparu: ſi l'on n'aime mieux dire que le marbre s'eſt enfoncé & remis auſſi-tôt, ce qui prouve également la compreſſibilité d'un corps très-dur: l'un & l'autre arrive

probablement ; la même compreſſion creuſe le marbre, & applatit la boule ; mais de ces deux effets, le dernier eſt ſans doute le plus conſidérable, à en juger par la nature des deux corps comprimés ; c'eſt pourquoi nous nous arrêtons par préférence au dernier ; & ce que nous allons dire pour faire entendre que la tache ronde prouve inconteſtablement l'applatiſſement de la boule, en faiſant abſtraction de la flexibilité du marbre, obligeroit de même à conclurre un enfoncement dans le marbre, ſi l'on n'avoit aucun égard à la compreſſibilité de l'yvoire.

On ſçait en effet que la circonférence d'un cercle appliqué par ſa partie convexe ſur une ligne droite, ne la touche qu'en un point *G. Fig. 9.* On ſçait auſſi que les ſurfaces ſphériques ſont compoſées de lignes circulaires, comme les plans le ſont de lignes droites, & que les ſurfaces ſe comportent entre elles à cet égard, comme les lignes qui les compoſent. Si le cercle ne touche la ligne droite qu'en un point, la boule d'yvoire de notre expérience, poſée ſimplement

II. LEÇON.

sur la tablette de marbre, ne doit la toucher aussi qu'en un point. Quand on l'a laissé tomber dessus, s'il paroît qu'elle y ait été appliquée par une surface circulaire de deux lignes de diamétre; il faudra nécessairement convenir que le premier point de tangence *g. Fig. 9.* a été rapproché du centre, par l'effort de la compression, & qu'après lui ceux d'alentour ont souffert le même déplacement; ce qui a donné lieu à une portion sensible de la surface, d'être appliquée au marbre, & d'y laisser son impression sur la couche légére d'huile dont il est enduit.

APPLICATIONS.

Si l'on comprime un corps également dans toute l'étendue de sa surface, au cas qu'il soit compressible, il ne s'en peut suivre qu'une diminution de volume; parce que tous les points opposés obéissent à des puissances égales, & leurs situations respectives restent les mêmes. Tel est l'état des animaux qui vivent dans l'air ou dans l'eau; environnés de toute part de l'un de ces deux fluides, ils n'en remarquent point la pression, quoiqu'el-

le soit considérable ; parce qu'elle se fait équilibre à elle-même, & qu'elle ne dérange rien de ce qui lui est soumis ; mais si la compression devient plus forte d'un côté que de l'autre, son effet ne se borne plus à diminuer le volume ; la figure change aussi, comme il est aisé de l'appercevoir dans une balle de plomb qui tombe sur quelque chose de dur, & qui y perd une partie de sa sphéricité ; ou dans une balle de jeu de paume qui laisse souvent contre la muraille, des vestiges bien remarquables de son applatissement.

De l'Elasticité ou ressort des Corps.

DE tous les corps qui se compriment, les uns demeurent dans l'état que la compression leur a fait prendre ; c'est-à-dire, qu'ayant changé ou de grandeur, ou de figure, ils persévérent dans ce changement, lorsque la compression vient à cesser ; comme la balle du plomb qui reste applatie après sa chûte, & la pelote de neige qui demeure dans la forme qu'on lui a donnée avec les deux mains. Les autres au contraire se rétablissent, &

II. LEÇON.

reprennent, après avoir été comprimés, les mêmes dimensions & la même figure qu'ils avoient avant que de l'être. Telle est la bille d'yvoire de l'expérience précédente ; telle est une bulle d'air qui partant du fond d'un vase plein d'eau, devient plus grosse à mesure qu'elle s'éléve vers la surface.

Les corps de la derniére espéce se nomment des corps à *ressort* ou *Elastiques ;* car l'*Elasticité* n'est autre chose que l'effort par lequel certains corps comprimés tendent à se rétablir dans leur premier état. Cette propriété suppose donc qu'ils soient compressibles ; & comme les liqueurs ne le sont pas d'une maniére sensible, on doit conclure que si elles ont du ressort, leur réaction a trop peu d'étendue pour être visible.

Tous les corps mêmes qui sont élastiques, ne le sont pas au même dégré ; il y en a tels qui ne se rétablissent presque point, & alors l'élasticité est regardée comme nulle dans l'usage ; & l'on appelle ces sortes de corps, *mols*, ce qui veut dire seulement une privation de ressort assez actif pour être considéré.

II. LEÇON.

Ceux en qui la force élastique se fait appercevoir, réagissent plus ou moins selon la dureté, la roideur, ou la disposition de leurs parties internes; mais il n'en est aucun dont on puisse assurer avec des preuves positives, que le ressort est parfait & inaltérable; on remarque presque toujours que cette qualité se perd, ou s'affoiblit par un long exercice, ou par une compression de trop longue durée: un arc qui est trop long-tems ou trop souvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre: le crin, la laine, ou la plume dont on garnit les meubles, perdent par succession de tems presque tout ce qu'ils offrent de commode dans la nouveauté, & leur affaissement n'est que la suite nécessaire d'un ressort usé.

Nous ne pouvons donc point nous promettre des expériences rigoureusement exactes pour établir la théorie du ressort; puisque les corps qui en ont le plus, n'en ont point encore autant qu'il leur en faudroit pour être parfaitement élastiques. De plus, on ne peut opérer que dans quelque milieu matériel: quand on choisiroit l'air

II. LEÇON.

comme celui qui est le moins dense ; nous avons déja fait voir qu'il est capable de résistance, & l'on doit s'attendre qu'il fera disparoître une partie de l'effet, si petite qu'elle soit : mais les à-peu-près suffisent, quand il ne manque presque rien à l'exactitude, & qu'on est obligé de rabattre quelque chose pour les empêchemens inévitables. L'acier trempé & l'yvoire m'ont paru assez propres aux effets par lesquels on peut prouver ce qu'il importe le plus de sçavoir touchant l'élasticité ; c'est pourquoi je m'en servirai préférablement à toute autre matiére dans les expériences de ce genre; mais comme celles dont j'ai fait choix, exigent quelques connoissances des principales propriétés du mouvement, dont nous n'avons encore rien dit, j'ai cru qu'il étoit à propos de les différer, d'autant plus qu'elles trouveront une place convenable parmi celles que nous employerons pour faire connoître les loix du mouvement dans le choc des corps.

Les arts ont appliqué les ressorts à tant d'usages, que ce seroit une longue & inutile entreprise d'en faire ici

'énumération ; il nous ſuffira d'en ci-
:er deux ou trois exemples par leſ-
quels on pourra juger de l'utilité des
autres.

S'il eſt utile & commode de voya-
ger à ſon aiſe, on doit preſque tout
cet avantage aux lames d'acier, aux
bandes de cuir & aux autres corps
élaſtiques ſur leſquels on ſuſpend les
voitures : ſans cette précaution, la
plus belle chaiſe de poſte, le carroſſe
le plus ſomptueux, ne ſeroit qu'un
tombereau couvert & orné, dans le-
quel on ſeroit durement ſecoué; car ſi
tout ce qui compoſe la voiture, étoit
également inflexible, les divers mou-
vemens cauſés & bruſquement inter-
rompus par les inégalités du terrein,
ſe communiqueroient dans toute leur
force juſques aux perſonnes qui en oc-
cuperoient l'intérieur.

La meſure du tems eſt une choſe ſi
intéreſſante pour tout le monde, qu'il
eſt peu de perſonnes qui n'ayent une
pendule ou une montre, & qui ne la
regardent comme un meuble néceſ-
ſaire ; ces ſortes d'inſtrumens qu'on
doit conſidérer comme des chefs-
d'œuvre de l'art, ſont animés par un

II. LEÇON.

ressort, (*Fig.* 10.) formé d'une lame d'acier roulée sur elle-même dans un barillet qu'elle fait tourner en se développant, & dont le mouvement se communique par des roues dentées, jusques aux pivots qui portent les aiguilles, pour leur faire indiquer les heures & les minutes sur un cadran divisé à cette intention. Nous dirons ailleurs comment on est parvenu à rendre l'action du ressort presqu'égale pendant tout le tems qu'il se développe ; car une difficulté qui se présente d'abord, c'est que cette action diminuant toujours à proportion que le ressort se détend, le mouvement doit aussi se rallentir dans toutes les piéces qu'il anime, & les aiguilles doivent faire les heures & les minutes plus longues vers la fin qu'au commencement. Il a donc fallu trouver un remède à cet inconvénient, & l'on en est venu à bout par une invention fort ingénieuse, dont nous aurons occasion de parler en traitant de la théorie du lévier & des machines qui y ont rapport.

De quels secours ne sont point les ressorts dans l'Arquebuserie? Par quel autre moyen auroit-on pû opérer des mouvemens

Fig. 10.

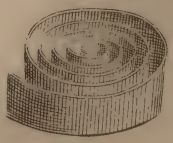


Fig. 9.

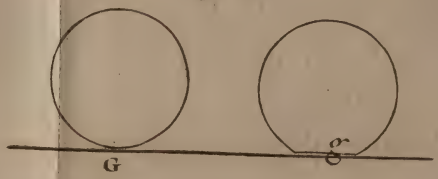


Fig. 6.

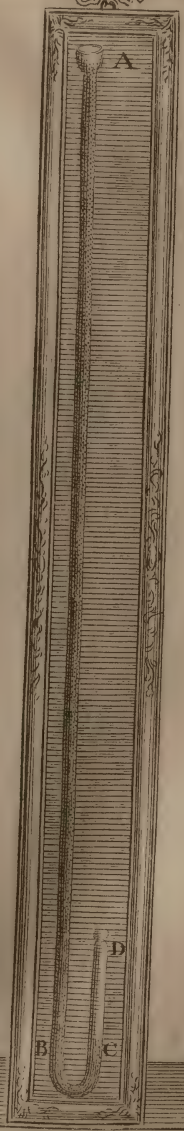


Fig. 8.

II. LEÇON.

mouvemens auſſi prompts, & auſſi difficiles à être apperçus par un oiſeau ou par un quadrupede que la nature a mis en garde contre tout ce qui menace ſa vie, & qui oppoſe aux ruſes & à l'adreſſe du Chaſſeur le mieux exercé, des organes d'un ſentiment exquis, & une agilité qui trompe ſouvent ſes pourſuites. Le chien d'un fuſil conduit par un reſſort, porte en un clin d'œil un caillou tranchant contre une petite piéce d'acier trempé; le feu prend à la poudre, & le plomb qu'elle chaſſe, frappe l'animal avant qu'il ait été averti par la flamme ou par le bruit, ou du moins avant qu'il ait pû profiter de cet avis.

Non-ſeulement les arts ont profité de l'élaſticité des corps, & en ont fait des applications heureuſes; ils ont encore trouvé des moyens pour la faire naître ou pour l'augmenter dans ceux qui n'en ont que peu ou point.

Tous les corps ſonores, comme nous le dirons plus amplement à la ſuite des expériences ſur l'air, doivent être à reſſort; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait les cloches & les tim-

II. LEÇON

bres avec du cuivre & de l'étain fondus ensemble ; parce qu'on a remarqué qu'un métal allié est plus dur, plus roide, & plus élastique, que les métaux simples dont il est composé.

La plûpart des métaux mêmes sans être alliés, deviennent capables d'une plus grande réaction quand on les bat à froid ; ce que les ouvriers appellent *écrouir*. On s'en apperçoit bien par la vaisselle : quand une cuiller ou une fourchette a été seulement fondue & limée, & qu'elle ne doit rien au marteau, la façon en est moins chere, mais elle est moins durable ; la piéce se fausse au moindre effort, & son poli n'est jamais si beau. Un ouvrier intelligent en horlogerie, en instrumens de Mathématiques, en orfévrerie, &c. ne manque jamais à écrouir ses ouvrages, non-seulement pour leur procurer plus de solidité, mais encore pour les faire valoir par un poli plus brillant, en rapprochant les parties, & en rendant les pores du métal plus serrés.

Mais de tous les corps dont on augmente artificiellement le ressort, il

II. LEÇON.

n'en eſt point de plus remarquable que le fer converti en acier; & parmi les différens procédés qu'on emploie à cet effet ſur ce métal, rien n'eſt comparable à la *trempe*.

Il faut ſçavoir 1°. que l'acier n'eſt point un métal particulier; on doit le regarder comme un fer préparé, quoiqu'il ſe trouve des mines qui en fourniſſent immédiatement: le plus ordinaire & le plus fin, eſt celui qu'on fait avec du fer forgé, en y introduiſant une certaine doſe de parties ſalines & ſulfureuſes qui augmentent ſa dureté, & qui le rendent propre à être trempé. 2°. Tremper l'acier, c'eſt le refroidir ſubitement dans le moment qu'on le ſort bien rouge du feu; & cela ſe fait d'ordinaire en le plongeant dans de l'eau froide, ou dans quelque choſe d'équivalent.

Les principaux effets de la trempe ſur l'acier, ceux dont les arts tirent le plus d'avantage, ſont de le rendre très-dur, d'augmenter ſon elaſticité, & de la rendre durable. Tous les outils tranchans, juſqu'à ceux qu'on emploie pour cultiver la terre, en un mot depuis la lancette juſqu'à la bê-

II. LEÇON.

che, tous sont redevables de leur principal mérite à cette dureté qui coûte si peu, & qui seroit désavantageuse par excès, si l'on n'avoit soin de la modérer par un dégré de chaleur qu'on fait succéder à la trempe & qu'on nomme *recuit*.

Les effets admirables de la trempe sur l'acier, ont intéressé avec raison la curiosité des plus habiles Physiciens; tous ont désiré d'en sçavoir les causes, & quelques-uns en ont hazardé des explications; mais on doit convenir que personne n'en a donné d'aussi vraisemblables, & d'aussi bien appuyées, que feu M. de Reaumur. Après une suite d'expériences de plusieurs années sur cette matiére, il suppose que l'action du feu chasse de l'intérieur des molécules de l'acier une grande partie des sels & des souffres qui s'y trouvent disséminés, sans pour cela les faire sortir de la masse totale: supposition fondée sur les effets ordinaires & connus du feu, & sur l'expérience; car on sçait d'ailleurs que dans la fusion des matiéres hétérogénes & fixes, le feu procure toujours l'union

des parties semblables ; & quand son action augmente jusqu'à un certain point sur l'acier, elle le dépouille de ses soufres & de ses sels, ce que les ouvriers appellent *brûler*. La trempe saisit donc l'acier dans un tems où ses principes, quoique les mêmes, se trouvent différemment mêlés ; avant que de le chauffer, les parties salines, sulfureuses, métalliques, &c. extrêmement divisées & intimement mêlées, composoient un tout d'une tissure plus uniforme, mais cependant plus hétérogéne dans ses molécules, puisque chacune participoit également de trois ou quatre sortes de matiéres qui entrent dans la composition de l'acier ; mais après un dégré de feu suffisant, les sels & les soufres extraits & pelotonnés, pour ainsi dire, à part du métallique, font un tout plus homogéne dans ses molécules, mais plus poreux & moins lié, quant à l'assemblage de ces petits pelotons de différentes especes. Cette hypothése (si c'en est une) explique fort heureusement tous les phénoménes qui résultent de la trempe.

1°. L'acier cassé paroît d'un grain

II. LEÇON.

plus grossier, après avoir été trempé, parce que les parties métalliques qui sont les plus apparentes par leur couleur, sont ramassées en petites masses plus écartées les unes des autres.

2°. La trempe donne plus de volume à l'acier qu'il n'en avoit avant; & cela doit être, puisqu'elle le fixe dans un état où le mêlange & l'union de ses principes sont moins parfaits.

3°. L'acier durcit à la trempe, parce que ses molécules se forment de parties plus semblables, & par cette raison plus capables de s'unir.

4°. L'acier trempé se casse plutôt que celui qui ne l'est pas, ou qui l'est moins; c'est que la liaison de ses molécules entre elles est moindre, puisqu'elles sont de matiéres dissemblables, & qu'elles se touchent par moins de surface.

5°. Enfin le recuit rend l'acier trempé moins cassant & plus flexible; parce qu'un dégré de feu modéré, fait renaître en partie le mêlange intime des parties dissemblables, & qu'il lui fait prendre un état moyen entre celui d'un acier non trempé, & celui d'une trempe excessive.

II. LEÇON.

Quoique nous ayons des procédés certains pour augmenter, diminuer anéantir même le reſſort de pluſieurs corps, nous n'en connoiſſons pas mieux la cauſe de l'élaſticité en général : tout ce qu'on a imaginé juſqu'à préſent pour en rendre raiſon, ne peut paſſer tout au plus que pour des conjectures dont les unes ſont viſiblement démenties par l'expérience, les autres ſuppoſent ce qui eſt en queſtion, d'autres enfin plus ingénieuſes que probables, n'ont aucuns faits qui parlent pour elles.

Dire qu'un reſſort que l'on tend en le courbant, a les pores plus ouverts en ſa partie convexe, cela eſt vrai ; que les pores, quoique plus ouverts, ne le ſont point aſſez pour ſe remplir d'air groſſier, & qu'ils en reſtent vuides, cela paroît encore vraiſemblable : mais ajouter, qu'en conſéquence de ces petits vuides la preſſion de l'air qui agit par le côté oppoſé, eſt la cauſe de l'effort qu'on voit faire au corps élaſtique, pour ſe remettre dans ſon premier état : c'eſt ce que la raiſon ne dit point, & ce que l'expérience dément formellement ;

II. LEÇON.

car l'élaſticité dans un lieu privé d'air groſſier, fait ſes fonctions comme ailleurs.

J'appelle ſuppoſer ce qui eſt en queſtion, que d'attribuer le reſſort des corps à l'air qu'ils contiennent entre leurs parties, comme autant de petits ballons qui ſe trouvent comprimés dans la partie concave d'un bâton que l'on courbe, & qui réagiſſent juſqu'à ce qu'il ſoit redreſſé; car il reſtera toujours à ſçavoir quelle eſt la cauſe du reſſort de l'air.

Enfin ſi l'on ſuppoſe avec le changement de figure qui ſe fait dans les pores d'un reſſort tendu, l'action d'un fluide qui ſe trouve par-tout, comme la matiére ſubtile, ou quelque choſe de ſemblable qui agiſſe par ſon poids; on pourra former une explication qui aura quelque vraiſemblance: mais je doute fort qu'elle ſoit bien reçue; ſi elle n'eſt appuyée ſur des faits; & je ne vois pas qu'il ſoit facile d'en trouver qui parlent clairement.

Ce que nous avons dit dans la Leçon précédente & dans celle-ci, touchant la diviſibilité des corps, la ſubtilité de leurs parties, la variété de leurs

II. LEÇON.

leurs figures, leur impénétrabilité & leur porosité, nous engage & nous met à portée d'expliquer en général de quelle maniére nous acquérons la connoissance des objets qui nous environnent: car tout ce qui est hors de nous-mêmes nous seroit inconnu s'il ne faisoit sur nous quelque impression sensible; & cette impression qui prend tant de formes différentes, nous la devons presque entiérement à la petitesse extrême des parties qui nous touchent, & aux différentes figures qu'elles affectent: tout ce qui est matériel s'adresse à nos sens, & nous jugeons d'après leur rapport.

Digression sur les Sens.

ON appelle *Sens* certaines facultés du corps animé, par lesquelles il entre en commerce avec les objets extérieurs; ce sont autant de moyens que le Créateur a établis pour mettre les animaux en état de se nourrir, de se défendre, de s'entre-aider, & de se reproduire; car sans les sens, à peine différeroient-ils d'une plante qui végéte dans la même place où la nai-

II. LEÇON.

ture l'a fait naître, qui séche sur pied, quand la nourriture ne lui vient plus, & qui souffre avec une égale insensibilité la bêche qui la cultive, & le fer qui l'a fait périr.

L'exercice des sens est une fonction purement animale; elle convient aux bêtes comme à l'homme; il semble même qu'à cet égard, plusieurs espéces d'entre elles aient été mieux traitées que nous: quelle finesse dans l'odorat des chiens! quelle portée de vûe dans les oiseaux de proie!

On distingue communément cinq sortes de sens; le *toucher*, l'*odorat*, le *goût*, l'*ouie* & la *vûe*. Il est peu d'animaux en qui l'on n'en compte autant: il y a peut-être dans la nature des espéces qui ont quelque autre sens que nous ne connoissons pas; mais il en est de ceci comme de toutes les choses qui ne sont point impossibles, on ne doit pas les admettre sans nécessité & sans preuves. Chaque sens a son siége particulier dans quelque partie du corps, qui à cet égard se nomme son *organe*; l'oreille est celui de l'ouie; l'œil est celui de la vûe, &c.

II. LEÇON.

Quoique tout organe ſoit ſenſible, il ne l'eſt pourtant pas pour toutes ſortes d'objets, chacun a ſon diſtrict particulier; l'oreille ſe dirigeroit en vain vers la lumiére, & la vûe la plus perçante n'apperçoit pas le ſon des cloches. Quand bien même l'objet ſeroit de la compétence de l'organe qu'il affecte, la ſenſation naturelle n'a lieu qu'autant que l'impreſſion n'eſt ni trop forte ni trop foible. On ne diſtingueroit point l'image du ſoleil, ſi l'on recevoit immédiatement ſes rayons dans les yeux; & peu de perſonnes pourroient lire une écriture de petit caractère à la clarté des étoiles.

Qu'eſt-ce donc que *ſentir*, ou faire uſage de ſes ſens? De la part du corps animé, c'eſt recevoir ſur tel ou tel organe l'impreſſion modérée d'un objet qui le touche ou par lui-même, ou par quelque matiére intermédiaire: de la part de l'ame qui anime le corps, c'eſt ſe retracer les idées qu'elle a attachées à ces impreſſions, ou s'en former de nouvelles, ſi les impreſſions ſont neuves. Un homme, par exemple, jette la vûe en plein jour

II. LEÇON.

sur un chien ; la lumiére qui éclaire le corps de cet animal rejaillit jusqu'au ſpectateur, & frappe dans le fond de ſon œil une place terminée comme la figure de l'animal qui la réfléchit ; à cette occaſion l'ame ſe rappelle l'idée d'un chien qui lui eſt familiere, & ſi la mémoire lui fournit l'idée de quelqu'autre chien, elle juge que celui-ci eſt grand, petit, maigre, gras, &c. par la comparaiſon qu'elle en fait. De ſçavoir maintenant comment l'organe affecté par l'objet détermine l'eſprit à penſer en conſéquence, c'eſt ce que la Phyſique n'apprend point, & c'eſt, je crois, ce qui ſurpaſſe la portée de nos foibles lumiéres ; l'union de l'ame avec le corps, le commerce de ces deux êtres de natures ſi différentes, eſt un de ces myſtères qu'il eſt peut-être plus ſage d'admirer que d'étudier.

Mais comme un homme voit un chien, un chien voit un homme ; & ſes actions, comme les nôtres, ſemblent ſe régler ſur ce qu'il voit, ſur ce qu'il entend, &c. Que ſe paſſe-t-il donc dans cet animal, lorſqu'un objet affecte quelqu'un de ſes ſens ?

II. LEÇON.

C'eſt encore une de ces queſtions épineuſes, où la curioſité échoue, & ſur leſquelles les génies les plus heureux ont épuiſé toute leur Philoſophie. Selon la doctrine de Deſcartes, une bête n'eſt autre choſe qu'une belle machine dont toutes les piéces ſont ſi bien aſſorties, & ordonnées avec une correſpondance ſi parfaite, qu'une d'entre elles étant remuée par l'objet extérieur qui a priſe ſur elle, détermine immédiatement les autres à ſe mouvoir de telle ou telle maniére; les nerfs de chaque organe ayant été touchés comme il convient, tranſmettent aux membres les différens mouvemens d'où réſulte telle ou telle action. Cette penſée eſt grande, elle eſt hardie, elle eſt même ſéduiſante, quand on la médite ſans préjugé; mais c'eſt l'affoiblir que de fonder ſa vraiſemblance ſur des exemples, ou ſur des ſimilitudes. Celui de tous les êtres animés qui nous paroît le plus imbécille, une huître, un limaçon eſt ſans comparaiſon au-deſſus de la montre la plus parfaite, & de tout ce que l'art a pû produire de plus ingénieux. Le commun des

II. LEÇON.

hommes ne consentira jamais à regarder les actions d'un cheval, d'un chien de chasse, &c. comme les effets d'un méchanisme purement matériel: pour goûter cette Philosophie, il faut être un peu Philosophe.

On aimera mieux croire sans doute, que le corps d'une bête est animé & conduit par un être intelligent qui commence & périt avec lui, & qui est le principe de toutes ces pensées, & de tous ces jugemens dont on croit voir des signes dans les diverses actions des animaux. Ce sentiment qui n'est contraire ni à la raison, ni aux dogmes de la foi, a trouvé & trouve encore aujourd'hui des défenseurs, non-seulement dans le vulgaire qui juge sur les apparences, mais même parmi ceux qui méditent, & qui n'admettent les opinions qu'après les avoir discutées.

Mais il ne faut pas croire qu'en prenant ce parti, on se mette au-dessus de toute difficulté. Quand on considère la docilité d'un animal domestique, les ruses & l'adresse de certaines bêtes voraces, le bon ordre & l'industrie qui regnent dans quelques

II. LEÇON.

espéces d'insectes qui vivent & travaillent en société, il est bien commode d'en rendre raison, en disant : *c'est que tous ces animaux sont intelligens; l'Auteur de la Nature les a rendus tels, en renfermant dans leurs corps une ame d'une espéce convenable à leur condition.* Mais cette ame, si elle est immatérielle, comme on le prétend, que devient-elle ; lorsqu'un ver ayant été coupé en cinq ou six parties, & même davantage, chaque morceau continue de vivre & redevient un animal complet, & tout-à-fait semblable à celui qu'on a divisé ? comme on l'a observé depuis un vingtaine d'années : * y avoit-il donc plusieurs ames dans le même individu, ou bien ce qui n'est point matiére est-il divisible, Ne poussons pas plus loin cette question dans un ouvrage où nous nous sommes interdit toute discussion métaphysique ; attachons-nous seulement à ce qui peut être éclairci & prouvé par l'expérience & par les observations. Quant à la matiére présente, bornons-nous à faire connoître le méchanisme de nos sensations; conduisons l'objet extérieur ou son

* *Hist. des Insectes de M. de Reaumur, tom. 6. dans la Préface, p. 54.*

II. LEÇON.

action jusqu'à la partie du corps destinée à recevoir son impression ; & voyons quelles sont les conditions nécessaires dans l'objet pour être activement sensible, & dans l'organe pour être affecté efficacement.

Le Toucher.

LE premier & le plus général de tous les sens, c'est le *toucher* ; on peut dire que tous les autres ne sont que des espéces dont il est le genre. Quand nous entendons le son de la voix ou de quelque instrument, cette sensation n'est autre chose qu'un ébranlement causé à une certaine partie de l'oreille par le contact de l'air, qui est lui-même agité par le corps sonore. Quand nous voyons quelque objet, c'est que la lumiére qui vient de lui à nous, frappe le fond de l'œil. Ainsi, *goûter*, *voir*, *entendre*, *sentir les odeurs* ; c'est à proprement parler, être touché en telle ou telle partie du corps par une certaine matiére : au lieu que le toucher que nous regardons comme le premier sens, consiste à recevoir sur telle partie sensible du corps que ce puisse

être l'impression d'une matiére quelconque; les autres sens ont des organes & des objets qui leur sont propres, celui-ci occupe toute l'habitude du corps animé, & s'étend à tout ce qui est palpable. Il a encore cet avantage sur eux, d'être en même tems actif & passif; non-seulement il nous met en état de juger de ce qui fait impression sur nous; mais encore de ce qui résiste à nos impulsions: nous pouvons appliquer l'organe à l'objet, & c'est par le tact que nous nous assurons le plus souvent de l'état des corps qu'il nous importe de connoître.

Les corps que nous touchons ou qui nous touchent, font sur nous des impressions différentes, selon leur grandeur, leur figure, leur consistance, le degré ou l'espéce de leur mouvement, leur température, &c. & l'on a donné à toutes ces différentes maniéres de toucher, les noms qui expriment ou l'action des corps sur nous, ou notre action sur eux: *heurter*, *piquer*, *pincer*, *grater*, *chatouiller*, sont autant d'expressions qui désignent ce que différens corps nous font sen-

II. LEÇON.

tir en conséquence de leur masse, de leur forme, ou de leur manière de se mouvoir : *froid, chaud, dur, mol, sec, mouillé*, dénotent d'ordinaire le sentiment qu'excite en nous une matière que nous tâtons, par l'état actuel des parties qui composent sa masse. Comme les sensations du toucher peuvent varier à l'infini, par la variété même de l'objet, par l'étendue & la disposition de l'organe, & par les différentes manières dont l'un est applicable à l'autre ; il s'en faut bien qu'elles soient toutes caractérisées par des noms propres : ceux que nous venons de rapporter, & plusieurs autres que nous omettons, ne sont, pour ainsi dire, que des termes génériques par lesquels on fait connoître, à l'aide de quelque circonlocution, les différentes espéces qui peuvent s'y rapporter ; on désigne, par exemple, par *chatouillement*, ce que l'on sent dans la gorge lorsqu'une légére âcreté excite la toux ; on dit qu'un remède *pince*, pour faire entendre qu'il laisse des impressions sur les parties qu'il affecte.

Quoique l'objet du toucher soit

pour l'ordinaire hors de nous-mêmes, les différentes parties du même corps ne laissent pas que d'agir réciproquement les unes sur les autres, tant au-dehors qu'au dedans. Quand la main touche le pied, elle fait naître deux sensations : elle est en même tems l'objet de l'une, & l'organe de l'autre. Pour ce qui se passe à l'intérieur & sans interruption, l'habitude nous en dérobe le sentiment ; l'action des fluides sur les solides du corps animé, par exemple, ne devient sensible que quand elle apporte quelque changement à l'état naturel ; & alors nous éprouvons ce qu'on nomme *langueur*, *foiblesse* ou *douleur*.

On peut dire en général que les nerfs sont dans chaque organe, la partie la plus essentielle, celle où l'action de l'objet se termine, & après laquelle nous n'appercevons plus rien de méchanique : le fond de l'œil où s'accomplit la vision, n'est qu'une expansion du nerf optique ; la lame spirale du *limaçon*, qu'on regarde comme la piéce qui a le plus de part aux fonctions de l'oreille, est un composé de fibres nerveuses ; & l'organe

I. LEÇON.

du toucher se trouve dans toute l'étendue de la peau, & sur-tout à la surface extérieure, où l'on sçait qu'aboutissent tous les petits nerfs qui forment la plus grande partie de ce tissu. Ce sont ces petits mammelons dont l'arrangement forme des sillons vers l'extrémité des doigts, où le tact est ordinairement plus fin qu'ailleurs. Un habile Anatomiste * a donné il y a environ 15 ans, une description très-concise & très-intelligible de la peau, dans un ouvrage écrit *ex professo* sur les Sens, & dont je crois la lecture très-utile à ceux qui voudront sur la matiére présente des instructions plus détaillées que celles qui peuvent être placées ici.

* *M. le Cat. Traité des Sens, p. 207.*

Ce qui prouve inconteſtablement que les nerfs ont plus de part au toucher qu'aucune autre partie, c'est que ce sens exerce ses fonctions plus ou moins parfaitement, selon l'état actuel de ces petites houpes nerveuses qu'on apperçoit à la superficie de la peau, & qui ne sont couvertes que par l'épiderme *Fig.* 11 : qu'une brûlure les déssèche, qu'une matiére étrangére les couvre, qu'un trop grand froid les

contracte, ou les empêche de s'épanouir; la partie où ils sont, perd le sentiment, & ne le reprend que quand ces accidens cessent. Les maladies des nerfs qui ne vont pas jusqu'à détruire leur œconomie, sont aussi les plus aiguës, parce qu'elles attaquent immédiatement l'organe des sensations; l'engourdissement & la paralysie qui suspendent ou qui arrêtent leurs fonctions, causent pour l'ordinaire l'insensibilité.

11e LEÇON.

Des accidens, des maladies, la vieillesse nous privent souvent des autres sens. On voit assez fréquemment des aveugles, des sourds, des gens même en qui le goût & l'odorat sont presqu'entiérement usés: mais il est fort rare de trouver un homme universellement insensible; on en apperçoit bien-tôt la raison, dès que l'on considére par combien d'endroits nous pouvons sentir les objets extérieurs comme résistans, en comparaison des parties organiques qui nous les représentent comme sonores, colorés, savoureux, ou odorans. L'étendue du toucher est donc une ressource que la nature a ménagée à

II. LEÇON.

ceux qui par quelque accident ou par vice de conformation, se trouveroient privés des autres facultés. Aussi voyons-nous des aveugles suppléer par le tact à l'usage des yeux; & quoique le toucher ne soit pas à beaucoup près aussi délicat que les autres sens, lorsqu'il est employé par nécessité, & perfectionné par l'habitude, il faut presque des prodiges. Je ne voudrois pourtant pas garantir tous ceux que l'on raconte à cette occasion; car tout ce qui tient du merveilleux, ne va guère sans exagération.

Le Goût.

COMME l'accroissement & l'entretien des animaux dépend de la nourriture qu'ils prennent, & du choix qu'ils en font, il étoit à propos que la nature les conformât de maniére à désirer d'eux-mêmes les alimens nécessaires, & à distinguer ceux qui leur conviennent : il falloit qu'ils sentissent le besoin de manger, & qu'ils eussent du plaisir à le satisfaire; car sans cette précaution le soin de vivre eût été à charge. Jugeons-en par nous-mêmes : s'il n'étoit question

II. LEÇON.

que de remplir un devoir, lorsqu'on se met à table, il faut convenir que les indigestions ne seroient pas communes, & qu'on verroit peut-être bien des gens périr d'inanition. L'Auteur de la nature a prévû ce désordre, & pour le prévenir, il a mis en nous-mêmes des motifs plus puissans que notre paresse. L'estomac à jeûn nous sollicite par la faim & par la soif; & la bouche qui fournit à ces deux appétits, se dédommage par les saveurs qu'elle goûte, de la peine qu'elle prend de préparer les alimens pour la digestion.

Le goût consiste donc à sentir l'impression des matiéres savoureuses, à les admettre ou à les rejetter, suivant les idées qu'elles font naître, & les jugemens qui s'ensuivent.

Les saveurs, objet du goût en général, viennent principalement des parties salines qui se trouvent dans toutes les matiéres tant animales que végétales, que l'on prend ou comme alimens, ou comme remédes. Ces petits corps anguleux & tranchans, sont plus propres que d'autres à pénétrer jusqu'à l'organe immédiat,

I. LEÇON.

& à s'y faire sentir. On peut en juger en mettant sur la langue quelque grain de sel pur ; de quelque nature qu'il soit, il y fait une impression très-forte ; & l'analyse fait voir que de tous les mixtes ceux qui affectent le plus l'organe, sont les plus abondans en sels.

On ne connoît qu'un très-petit nombre de sels qui différent essentiellement, ou dont les parties divisées par l'eau, se montrent sous des figures constamment différentes. De-là il suit que les sensations du goût seroient peu variées, si les particules salines que les alimens contiennent, agissoient seules, & sans mêlange sur l'organe : mais la nature les a mêlées avec d'autres principes qui ne sont point savoureux par eux-mêmes, qui n'agissent que comme objet du toucher en général, & dont le nombre & les doses se combinent à l'infini. L'eau, la terre, l'air, le soufre, l'huile, sont autant de matières insipides, que la nature a fait entrer dans presque tout ce qui sert de nourriture aux animaux. La bouche en broyant ces alimens, fournit

une

une lymphe qui facilite la désunion des parties, & qui développe les principes; mais ce dissolvant n'a point autant de prise sur les uns que sur les autres: le soufre & l'huile, par exemple, ne cédent point à son action comme la terre & l'eau; ainsi la partie saline ne se dégage jamais qu'imparfaitement, & à proportion de la dissolubilité de ce qui lui est étroitement uni.

I. LEÇON.

Les saveurs les plus simples, & sur lesquelles on est le plus généralement d'accord, sont celles où les sels sont les moins mitigés par le mêlange d'autres matiéres. Tout le monde connoît ce que c'est que *salé*, *aigre*, *doux*, *amer*, *âcre*, &c. Ces différentes sensations sont si marquées, qu'on les distingue d'abord; elles sont comme la base de toutes les autres qui deviennent d'autant plus difficiles à décider & à exprimer, qu'elles s'éloignent davantage de cette premiére simplicité. L'amer du caffé, par exemple, corrigé par la douceur du sucre, produit une sensation mixte; le suc des fruits mêlé à l'esprit de vin, prend un nouveau goût; celui des viandes

II. LEÇON.

change presque entiérement, & se déguise de mille façons différentes, comme on le sçait par un nombre infini de préparations & de mêlanges, dont la délicatesse a fait un art important & très-cultivé dans notre siécle.

Il en est de l'objet du goût, comme de celui du toucher : les saveurs mixtes dépendant de certains principes, dont l'assemblage est susceptible d'une infinité de combinaisons, il est impossible de les désigner toutes par des noms particuliers ; on les exprime en les comparant à quelque saveur plus simple, ou plus connue, on dit : *tel fruit est un peu âcre & amer ; tel poisson a le goût du brochet*, &c.

Quant à l'organe du goût, tous les Anatomistes conviennent qu'il est principalement dans la langue ; un grand nombre d'entre eux croient qu'il est dans tout l'intérieur de la bouche, & plusieurs l'étendent jusqu'à l'ésophage, & même jusqu'à l'estomac. Il n'est guère possible de le borner à la langue seule ; chacun peut reconnoître par sa propre expé-

II. LEÇON.

rience, que les matiéres savoureuses se font sentir, quoique plus foiblement, au palais & au fond de la bouche; mais ce qui déci de la question, c'est qu'on a vu des gens qui n'avoient point de langue, & qui goûtoient les alimens *.

* *Mem. de l'Académie*, 1718, p. 6.

C'est encore ici l'extrémité des fibres nerveuses, ces mammelons dont nous avons parlé précédemment, qui sont l'organe immédiat: mais au lieu que pour la sensation du toucher, ils sont petits & recouverts par une surpeau assez unie, & d'un tissu un peu serré; dans toutes les parties de la bouche où on les observe, & surtout dans la langue, *Fig.* 12. ils sont plus gros, moins compacts, & comme enchassés dans une enveloppe ou gaîne fort poreuse, abbreuvés d'ailleurs d'une lymphe qui entretient leur souplesse, & qui met la partie savoureuse des alimens en état de les toucher comme il convient pour se faire sentir: car elle la divise, elle la développe de maniére qu'elle lui donne le dégré de ténuité nécessaire pour s'insinuer par cette peau très-poreuse qui couvre les petites houpes nerveuses sur lesquelles l'impression doit se faire.

II. LEÇON.

L'organe du goût se gâte & s'use comme les autres, par un usage immodéré de son objet : les saveurs fortes, comme les liqueurs spiritueuses, & ces ragoûts étudiés si fort à la mode aujourd'hui, diminuent beaucoup la sensibilité des parties qui en souffrent fréquemment l'impression : l'expérience fait voir que des gens du peuple qui s'accoutument à boire de l'eau-de-vie, trouvent le vin insipide, & ne s'en soucient plus. On sçait au contraire que les bûveurs d'eau ont pour l'ordinaire le goût plus délicat & plus fin que d'autres. Cette boisson qui n'a presque point de saveur, conserve à l'organe toute sa sensibilité, parce qu'elle n'est point capable d'en altérer la texture. La maladie ou le grand âge peuvent aussi causer du désordre dans cette partie : au commencement d'une convalescence, il arrive assez souvent qu'on ne trouve point de goût aux alimens, parce qu'il reste encore quelque humeur vicieuse qui engorge les pores par où doivent passer les particules savoureuses ; ou parce que les accidens qui ont précédé, ont

causé quelque altération à l'organe même, qui n'est point encore revenu à son état naturel. Mais insensiblement je passe les bornes de mon dessein; c'est à la Médecine & à l'Anatomie qu'il convient d'ajouter ce qui peut manquer ici; peut-être en ai-je déja trop dit.

L'Odorat.

L'ODORAT, à qui nous donnons le troisiéme rang parmi les sens, quand on commence par ceux qui sont en apparence les plus grossiers, pourroit être placé au second, si l'on avoit égard à l'ordre que la nature observe dans leur exercice; car ses fonctions précédent souvent celles du goût. Ce qu'on nous présente pour boire ou pour manger n'est guère admis, s'il n'a été examiné d'abord, & approuvé par ce sens; & les animaux qui n'ont le tact ni aussi familier, ni aussi fin que nous, décident par l'usage du nez de la qualité des alimens, sur-tout quand ils sont nouveaux pour eux, & qu'ils n'y voient pas extérieurement de ressemblance avec ce qui leur est déja connu. Il y a

II. LEÇON.

une si grande affinité entre le goût & l'odorat, tant par rapport à l'objet que par rapport à l'organe, que quelques Anatomistes ont regardé le dernier comme une partie, ou comme un supplément du premier : & en effet, nous voyons que tout ce qui agrée à l'un, est naturellement ami de l'autre ; on est tenté de porter à la bouche les matiéres qui exhalent des odeurs agréables, à moins qu'on ne leur connoisse des qualités nuisibles ; & si par hazard quelque aliment usité déplaît à l'odorat, il faut que l'habitude, ou quelques motifs puissans l'emportent sur la répugnance qu'il ne manque pas de faire naître, sans quoi l'on s'en interdit l'usage sur le seul témoignage du nez.

Comme l'intérieur du nez communique avec la bouche, il arrive souvent que les sensations du goût s'allient & se confondent, pour ainsi dire, avec celles de l'odorat : cet effet arrive quand les saveurs sont spiritueuses & volatiles, & de-là vient encore une variété prodigieuse de sensations différentes, selon que l'odorat y a plus ou moins de part. Quand il y

participe un peu trop, comme son organe est plus sensible que celui du goût, celui-ci perd ses droits pendant quelques instans, & toute la sensation appartient à l'odorat. Qui est-ce qui ne sçait pas ce qui arrive, lorsqu'on prend une dose de moutarde trop peu mesurée, ou lorsqu'on avale à longs traits de la biére forte.

Il paroit que le principal objet de l'odorat sont les sels volatils, & que la variété des odeurs vient du mêlange & de la quantité des autres principes qui leur sont unis; car les sels fixes ne sont point capables de se porter à l'organe, & tout ce qui n'est point sel dans les mixtes, quoiqu'il soit volatil, semble insipide à l'odorat comme au goût. On observe au contraire que tout ce qui facilite l'évaporation des matiéres où le sel volatil abonde, tout ce qui développe leurs principes, les rend aussi plus odorantes. Quand on cuit les viandes, l'action du feu divise les parties, les subtilise, & les met en état de s'exhaler, & alors les odeurs deviennent très-sensibles. Quand on mêle du sel ammoniac en poudre

II. LEÇON.

avec de la chaux vive, ou avec du sel de tartre, le volatil urineux se développe, s'éléve, & se fait vivement sentir.

Par la même raison la fermentation ou la putréfaction, rend presque toujours odorantes les matieres qui ne le sont que peu ou point dans leur état naturel, & le plus souvent elle change la qualité des odeurs; car ces mouvemens intestins donnent lieu aux parties de se déplacer & de se désunir. Si cette désunion ne va pas jusqu'à décomposer les molécules, & changer la nature du mixte qui commence à fermenter, il devient seulement plus odorant, parce qu'il s'exhale en plus grande quantité; mais si les principes mêmes qui composent les parties intégrantes viennent à se séparer, non-seulement l'odeur en deviendra plus forte & plus pénétrante, parce que l'organe sera affecté par des parties plus subtiles; mais la sensation sera aussi d'une autre espéce, parce qu'elle sera causée par des corpuscules d'une structure différente, où la partie saline, qui est le principal agent, sera

plus

II. LEÇON.

plus ou moins abondante, plus ou moins développée, un fruit qui se pourrit, la chair qui se corrompt, exhalent des odeurs de plus en plus désagréables, non-seulement parce qu'elles sont plus fortes, mais aussi parce qu'elles sont plus fétides, à mesure que la corruption fait du progrès.

Les odeurs sont encore moins caractérisées que les saveurs; à peine convient-on de quelques sensations fondamentales dans ce genre; on se contente de rapporter les moins connues à celles qui le sont davantage, à la fumée du soufre, à celle du linge brûlé, à la vapeur de l'urine, à la violette, au citron, à l'ambre, &c. sans prétendre pour cela que ces différentes exhalaisons soient des odeurs simples.

Il faut que les corpuscules capables d'ébranler l'organe de l'odorat, soient susceptibles d'une prodigieuse divisibilité. On en peut juger par une expérience, & par quelques observations que nous avons rapportées dans la premiere Leçon, * pour prouver en général combien les corps sont divisibles. Ces petites parties ex-

* III. Expérience pag. 27. & suiv.

II. LEÇON.

halées flottent dans l'air, & c'eſt ce fluide qui les porte dans l'intérieur du nez où eſt l'organe, lorſque par la reſpiration nous le déterminons à prendre cette voie.

L'intérieur du nez eſt revêtu d'une membrane que les gens de l'art nomment *pituitaire* : c'eſt un tiſſu compoſé pour la plus grande partie des fibres du nerf olfactif, qui eſt communément reconnu pour être le ſujet des odeurs. Ces fibres nerveuſes aboutiſſent à la ſuperficie de la membrane en forme de petits mammelons ſur leſquels ſe fait l'impreſſion des corpuſcules odorans. *Fig.* 13. Voilà en gros l'organe de l'odorat, un plus grand détail ne conviendroit point ici : ceux qui voudront être plus amplement inſtruits, trouveront de quoi ſe ſatisfaire dans le traité de M. le Cat, que nous avons cité ci-deſſus ; dans l'expoſition anatomique de M. Winſlow, &c. Nous ajouterons ſeulement que les odeurs fortes, & leur fréquent uſage, endurciſſent, pour ainſi dire, les petites houpes nerveuſes auſquelles elles s'appliquent, & leur font perdre ce ſentiment délicat dont

jouissent ordinairement les personnes qui n'usent point de tabac ni de parfums. On perd aussi pour un tems l'usage de ce sens, lorsqu'une humeur surabondante ou trop épaisse, au lieu d'abreuver l'organe autant qu'il convient seulement pour entretenir sa souplesse & sa sensibilité, engorge & gonfle toute sa substance; car alors non-seulement il n'est point dans son état naturel, & disposé à bien faire ses fonctions, mais l'air qui passe avec peine n'y porte pas la même quantité d'odeur: c'est ce qu'on éprouve, & qu'il est aisé d'observer, lorsqu'on a cette indisposition qu'on appelle *rhume de cerveau.*

Nous ne dirons rien ici de l'ouie ni de la vûe, parce que nous aurons occasion d'expliquer le méchanisme de ces deux sens, en traitant des sons & de la lumiére; il nous reste à terminer cette digression par quelques remarques qui se présentent encore à faire sur les sens en général considérés dans l'homme.

1°. Quoique suivant l'intention de la nature, chaque individu de notre espéce doive faire de ses sens l'usage

II. LEÇON.

pour lequel ils lui sont accordés, cependant il est indubitable que toutes ces facultés ne sont point au même dégré de délicatesse dans tous les hommes. On en a vu * dont l'odorat étoit aussi fin que celui des chiens de chasse; d'autres distinguent les objets dans un lieu assez obscur, pour les dérober aux vûes ordinaires; certains gourmets apperçoivent dans les ragoûts & dans les liqueurs, des différences qui échappent aux goûts communs. Un tel dégré de perfection dans les sens, lorsqu'il ne s'y trouve pas aux dépens de quelque avantage plus précieux, doit être regardé comme un bienfait de la nature; mais que la sensibilité de nos organes soit limitée, & que nos sensations n'ayent pas toute l'étendue qu'elles pourroient avoir, ce n'est point un mal, & nous aurions tort de nous en plaindre: au contraire une délicatesse dans les sens beaucoup plus grande qu'elle ne s'y trouve communément, nous exposeroit à bien des incommodités, à moins qu'il ne se fît en même tems une réforme dans les objets qui ont contu-

* *Journal des Sçavans. Avril 1667. Mem. de Trévoux, Fev. 1745.*

me de les affecter, & que nous ne changeassions aussi de maniére de penser. Trop de lumiére bleſſe nos yeux, tels qu'ils ſont ; s'ils étoient plus délicats, une clarté ordinaire ſeroit toujours exceſſive, & nous ne verrions jamais ſans douleur. Seroit-il agréable de voir toujours les objets comme on les voit à l'aide du microſcope ? La plus belle peau ne nous paroîtroit jamais qu'un tiſſu mal uni, ou plein de rugoſités ; & le plus beau diamant ne nous montreroit que des faces mal dreſſées, & peu ſymmétriſées : il eſt aiſé d'appliquer cette réflexion aux autres ſens.

2°. Dans l'uſage des ſens, quoique l'organe ſoit ſuffiſamment affecté par l'objet, il arrive ſouvent que la ſenſation n'a point ſon effet par rapport à l'ame. Combien de fois n'arrive-t-il pas qu'on a les yeux ouverts ſur un objet éclairé, ſans le voir ? ou que l'on parle aſſez haut à quelqu'un qui n'eſt point ſourd, & qui cependant n'entend pas ce qu'on lui dit ? Tous les corps que nous touchons, ou qui nous touchent par haſard, viennent-ils pour cela à notre

II. LEÇON.

connoissance ? C'est que pour connoître ce que l'on touche, il faut le tâter ; pour entendre, il faut écouter ; & pour voir, il faut regarder. Or tâter, écouter, & regarder, ce n'est pas seulement laisser agir l'objet sur l'organe, c'est joindre l'attention de l'ame à l'exercice du sens qui est en fonction. Un homme distrait se comporte souvent comme un sourd, un aveugle, un insensible. Qui ne connoît pas les effets de la distraction ?

3°. Les sensations, comme nous l'avons déja dit, font naître des idées, & ces idées sont agréables ou déplaisantes à l'ame qui les conçoit; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le même objet fait plaisir aux uns & déplaît aux autres. Quelques personnes aiment les amers, le plus grand nombre les déteste; certaines odeurs plaisent à ceux-ci, & sont insupportables à ceux-là : & c'est ce qui a donné lieu à cette maxime : *Il ne faut pas disputer des goûts.* Il y a plus encore : ce qui me faisoit peine à sentir il y a quelques années, m'est agréable aujourd'hui. Tel qui a marqué de la répugnance en buvant de la biére, ou

II. LEÇON.

en prenant du tabac pour la premiere fois, en fait ſes délices dans la ſuite ; l'odeur du muſc qui étoit de mode autrefois, fait maintenant mal à la tête à tout le monde. Les organes ne ſont-ils pas à-peu-près les mêmes dans tous les hommes ; & changent-ils d'un tems à l'autre dans le même individu ?

Puiſque c'eſt une choſe reconnue, que les parties organiques ſont plus délicates, & par conſéquent plus ſuſceptibles des impreſſions dans certaines perſonnes que dans d'autres, & qu'une action immodérée de l'objet eſt capable de les bleſſer ; il peut arriver que ce qui ne ſeroit qu'une ſenſation ordinaire pour les uns, devienne pour les autres une irritation violente, fâcheuſe, & inquiétante pour l'ame qui veille à la conſervation du corps, & qui déſapprouve tout ce qui tend à déranger l'économie animale.

Mais il faut convenir que l'imagination a autant de part qu'aucune autre cauſe à toutes ces variétés. Les objets nous plaiſent ou nous cauſent de la répugnance ſelon les idées que nous y attachons ; & ces idées dépen-

II. LEÇON.

dent beaucoup de l'habitude, de la mode, & des préjugés. On a oui dire à des gens que l'on croit de bon goût, qu'une telle matiére, lorſqu'on la brûle, produit une bonne odeur; en voilà aſſez pour la faire aimer quand on l'éprouvera. Le rapport des yeux préſente d'abord les huitres ſous des ſimilitudes dégoutantes; mais peu à peu ces premiéres idées s'affoibliſſent, & cédent à d'autres plus flatteuſes qu'on a conçues en y goûtant : ainſi comme les ſenſations dépendent en partie de la diſpoſition de l'organe, les jugemens qui s'enſuivent, tiennent beaucoup auſſi de celles de l'ame.

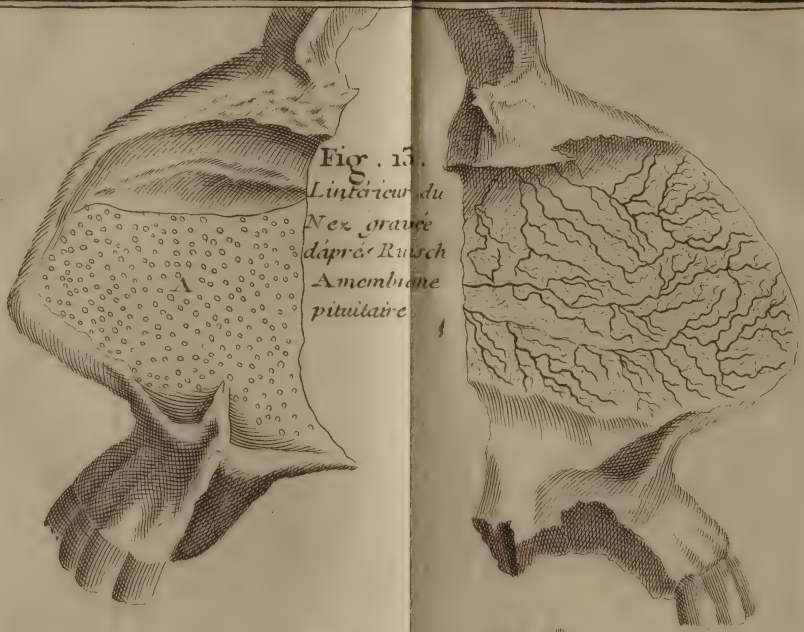


Fig. 13.
L'intérieur du Nez gravée dapres Ruisch
A membrane pituitaire

Fig. 11.
Le bout du doit index vu a la loupe

Fig. 12.
Langue humaine gravée d'apres le treser Anat: de Ruisch

III. LEÇON.

De la Mobilité des Corps ; du Mouvement, de ſes propriétés & de ſes loix.

PREMIERE SECTION.

De la Mobilité des Corps.

III. LEÇON.

IL ne faut point confondre la *mobilité* avec le *mouvement* ; ce ſont deux choſes tout-à-fait différentes. La premiére eſt une propriété commune à tous les corps; l'autre eſt un état hors duquel on les conſidére ſouvent, & qui ne leur eſt point eſſentiel. Je me repréſente quelquefois telle ou telle matiére comme étant en repos : mais je conçois toujours qu'elle peut recevoir le mouvement qu'elle n'a pas.

La mobilité eſt fondée ſur certaines diſpoſitions qui ne ſe trouvent pas au même dégré dans tous les corps ; c'eſt ce qui fait que les uns

III. LEÇON.

sont plus mobiles que les autres, c'est-à-dire, qu'il faut employer moins de force pour les faire passer du repos au mouvement. Les principales de ces dispositions sont la figure, le poli de la surface, & la quantité de matiére contenue sous le volume d'un corps qu'on veut mouvoir.

Pour concevoir ceci facilement, représentons-nous d'abord deux masses de verre, d'yvoire, &c. d'égal poids, dont l'une soit un cube, & l'autre une boule, toutes deux posées sur une table. Ces deux corps ne différeront que par la figure, & cela suffira pour rendre le dernier beaucoup plus propre que le premier à recevoir & à conserver le mouvement. Donnons-leur maintenant la même figure, & ne changeons rien à l'égalité de leurs masses ; mais imaginons seulement que la surface de l'un est raboteuse, & que celle de l'autre est unie : cette différence rendra celui-ci plus mobile ; une moindre force le fera mouvoir sur un plan solide, ou dans un fluide. Enfin supposons deux corps bien semblables par leur figure, & par le poli de leurs surfaces, mais dif-

férens par leurs quantités de matiére ; une bille d'yvoire, par exemple, & une autre de plomb, de même diamétre, ſuſpendues de même, ou poſées ſur le même plan horiſontal & fort droit ; ne faudra-t-il pas frapper celle-ci plus fortement que l'autre, pour la mouvoir, & la même force imprimée à l'une & à l'autre, ne trouvera-t elle pas moins de réſiſtance dans la plus légère que dans la plus peſante ?

Cette réſiſtance au mouvement, qu'on apperçoit dans tous les corps, ayant égard ſeulement à leur maſſe, ſe nomme *force d'inertie :* elle eſt, ainſi que la peſanteur proportionnelle à la quantité de matiére propre de chaque corps. Mais quoique ces deux forces ayent cela de commun entr'elles, on ne peut pas dire qu'elles ſoient la même choſe; il y a des preuves du contraire : la peſanteur, comme nous le verrons dans la ſuite, exerce toujours ſon action de haut en bas, &, autant qu'elle peut, perpendiculairement à l'horizon ; mais la force d'inertie réſiſte au mouvement dans quelque ſens qu'on faſſe effort pour mouvoir un corps.

III. LEÇON.

Pour nous faire une idée juste de l'inertie, représentons-nous l'expérience proposée par M. Newton ; *Fig.* 2. Imaginons un corps d'une grandeur & d'un poids déterminé, par exemple, une boule de plomb pesant une livre, suspendue librement par un fil fort long dans un air tranquille, & une autre boule de plomb semblable, pareillement suspendue, qui va heurter la premiére avec quatre dégrés de mouvement. Si la boule en repos ne faisoit aucune résistance à celle qui vient la heurter, après le choc, on les verroit toutes deux se mouvoir avec quatre dégrés de mouvement. Car pourquoi le mouvement diminueroit-il dans la boule qui choque, s'il n'y avoit point de résistance de la part de celle qui est choquée ? & par quelle raison la boule déplacée ne le feroit-elle pas selon toute l'étendue du mouvement qui la pousse ? Mais l'expérience fait voir autre chose : la boule en repos reçoit de celle qui la frappe une portion de son mouvement ; & cette derniére perd dans le choc ce que l'autre paroît avoir acquis. Un corps en repos fait donc une ré-

sistance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. Il y a plus encore ; si la boule en repos. *Fig.* 2, pese 30, ou 40 livres, l'autre qui n'a plus alors qu'une masse beaucoup moindre, avec le même effort, ne la porte pas aussi loin que dans le cas précédent; cependant si pour mouvoir un corps quelconque, il ne s'agissoit que de lui faire perdre son état de repos, le mouvement communiqué seroit le même dans une grosse que dans une petite masse. Il y a donc quelque chose de plus à vaincre, qu'une seule privation de mouvement.

Dira-t-on que la boule en repos ne résiste que parce qu'elle est appuyée par l'air qui l'environne, & qu'il faut qu'elle déplace, pour changer de lieu?

Mais, 1°. les corps qui se choquent dans le vuide font voir la même chose que dans l'air, ou s'il y a des différences, elles ne sont pas sensibles.

2°. La résistance de l'air fait elle-même partie de la question présente; car il s'agit de l'inertie des corps en général. Si l'air en qualité de matière, fait résistance au mouvement des

III. LEÇON.

corps qui tendent à le déplacer, & qu'on en convienne, l'inertie eſt prouvée.

3°. Si la réſiſtance que fait la boule en repos, venoit uniquement de celle de l'air, ſur lequel elle s'appuie; pour réſiſter une fois plus, il faudroit qu'elle répondît à un volume d'air une fois plus grand : mais le fait eſt qu'il ſuffit de doubler le poids de la boule, & tout le monde ſçait qu'un ſolide ſphérique, pour avoir le double de maſſe, ne reçoit pas une ſurface deux fois auſſi grande que celle qu'il avoit.

Seroit-ce donc la peſanteur de la boule ſuſpendue qui s'oppoſeroit à ſon déplacement ? De quelque longueur qu'on ſuppoſe le fil, dira-t-on, ſi le corps grave qu'il tient ſuſpendu, eſt libre, il le tiendra tendu dans une ſituation verticale, & ſe placera au point le plus bas que la ſuſpenſion lui puiſſe permettre d'obtenir. Il ſuit de-là, que ſi on le force d'en ſortir, en quelqu'endroit qu'on le porte à l'entour, il ſera plus haut ; & qu'il faudra, pour l'y porter, vaincre ſa peſanteur qui fait effort pour le retenir où il eſt.

III. LEÇON.

Cette objection eſt ſpécieuſe, mais elle ne fera jamais conclure que la force d'inertie & la peſanteur ſont la même choſe dans les corps, à quiconque fera attention que dans les boules ſuſpendues des expériences citées, la réſiſtance eſt toujours proportionnelle aux maſſes conſidérées dans toute leur valeur ; au lieu que la peſanteur, dans le tems du repos, eſt réduite à zéro par le fil qui ſuſpend la boule, & qu'elle n'agit preſque pas, lorſque cette même boule ſe meut, ſi le fil eſt fort long, comme on le ſuppoſe, & qu'on ne faſſe décrire que de petits arcs.

Pour rendre ceci plus intelligible, ſuppoſons la boule en repos au bout du fil qui la tient ſuſpendue, alors tout l'effort de ſa peſanteur eſt vaincu par la réſiſtance du point de ſuſpenſion ; ſi on la pouſſe avec le doigt dans un arc de cercle, à meſure qu'elle s'éloigne du lieu de ſon repos, on ſent qu'elle péſe de plus en plus ſur la main qui la dirige, de maniére que ſi le fil devient horizontal, elle fait ſentir tout ſon poids ; & quand on la conduit en deſcendant par le même arc

III. LEÇON.

de cercle, on sent décroître proportionnellement l'effort de la pesanteur, jusqu'à ce que le fil soit vertical, & que le point de suspension soit chargé de tout. On conçoit donc que la boule en question ne résiste comme pesante, que quand le fil n'est plus vertical, quand elle a passé du lieu le plus bas à un autre plus élevé; ce déplacement doit donc précéder absolument la résistance, ou l'effort qui vient de la pesanteur; mais pour opérer ce déplacement, il faut employer une force réelle, capable de vaincre & de transporter toute la masse de cette boule; car si cette force qu'on emploie est trop petite, elle n'est pas moins une force réelle, & cependant elle n'a point l'effet qu'on demande sur un corps solide dont les parties sont liées. Ainsi la boule suspendue a donc fait une résistance qu'il a fallu vaincre, avant que sa pesanteur pût se faire sentir.

De plus les fluides résistent aussi bien que les autres corps. Quand un solide se meut dans l'eau, en suivant une direction horizontale, on ne peut pas dire que la résistance qu'il éprou-

III. LEÇON.

ve, vienne de la pesanteur du milieu, puisque toutes les parties de ce milieu, qu'on suppose homogènes, sont en équilibre entr'elles, & qu'on n'a rien à attendre de leur pesanteur, quand on les transporte selon une direction qui lui est tout à-fait indifférente, telle qu'on la suppose.

Enfin la force d'inertie se rencontre dans les corps en mouvement, comme dans ceux qui sont en repos; celui qui se meut avec deux dégrés, n'en reçoit un troisiéme que par un nouvel effort qu'il faut faire pour le lui donner; la même résistance qu'il oppose à la premiére force qui lui ôte son repos, il l'emploie également contre celle qui veut ajouter à son nouvel état: c'est pourquoi après avoir rapporté les expériences qui prouvent la force d'inertie dans les corps en repos, j'en ajouterai une qui me paroît décisive, & qui ne permet pas de confondre les effets de l'inertie avec ceux de la pesanteur.

III. LEÇON.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

LA machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 3. porte environ à 6. pieds de hauteur deux billes d'ivoire *A*, *B*, d'un pouce $\frac{1}{2}$ de diamétre chacune, & attachées enſemble avec un peu de cire: le marteau *D*, qui eſt de même matiére, eſt mené par un reſſort que l'on tend plus ou moins, & qui ſe détend quand on tire le cordon *E*, pour faire frapper le marteau ſur une des deux billes.

EFFETS.

L'UNE des deux billes d'ivoire *B*, ayant été frappée par le marteau, ſe détache de l'autre *A*, & la précéde en tombant.

EXPLICATIONS.

SI les deux billes ſeulement détachées l'une de l'autre, n'obéiſſoient qu'à leur peſanteur, comme on ſuppoſe qu'elles commencent à tomber en même tems, qu'elles ſont en tout ſemblables, & dans le même air, il

III. LEÇON.

eſt indubitable qu'elles arriveroient enſemble ſur le plan qui termine leur chûte : mais l'une des deux ayant reçu un coup de marteau qui ajoute à l'effort de ſa peſanteur, obéit encore à cette nouvelle impulſion, dont l'effet eſt de la faire précéder l'autre ; & cette préceſſion eſt d'autant plus prompte, que le coup de marteau a été plus grand. Voilà un nouvel effet qu'on ne peut attribuer à la peſanteur, puiſque pour le faire naître cet effet, il faut employer une cauſe particuliére, ſans laquelle il eſt nul, & dont il ſuit exactement les proportions. Or tout ce qui anéantit une force active, s'appelle réſiſtance : un corps qui tombe librement, réſiſte donc à un mouvement plus prompt que celui de ſa peſanteur, & ne le reçoit que d'une autre puiſſance dont l'action eſt ſuſceptible de plus & de moins.

APPLICATIONS.

UNE pierre que l'on jette avec la main contre un arbre de médiocre groſſeur, y cauſe ſouvent une émotion qui paſſe ſenſiblement juſques

III. LEÇON.

aux branches, & retombe au pied du même arbre, où elle demeure sans mouvement : une pareille pierre lancée contre un rocher isolé retombe de même, & ne laisse appercevoir aucun signe de mouvement communiqué : on voit tout d'un coup la cause de cette différence, si l'on fait attention que tout ce qui est matiére, oppose son inertie au choc des autres corps ; & que cette force par laquelle il résiste au mouvement, est toujours proportionnelle à sa masse. En supposant que la pierre portât successivement le même effort contre l'arbre & contre le rocher ; le premier comme ayant beaucoup moins de matiére, a fait une résistance trop foible, pour consumer entiérement la force qui l'a sollicité à se mouvoir sans être un peu déplacé ; & ce déplacement a été sensible par l'agitation des branches : l'autre ayant une masse beaucoup plus grande, a fait une résistance complette, victorieuse (pour ainsi dire) ; & l'effort de la pierre distribué à un certain nombre de ses parties, n'a pas suffi pour s'étendre à toutes d'une maniére sensi-

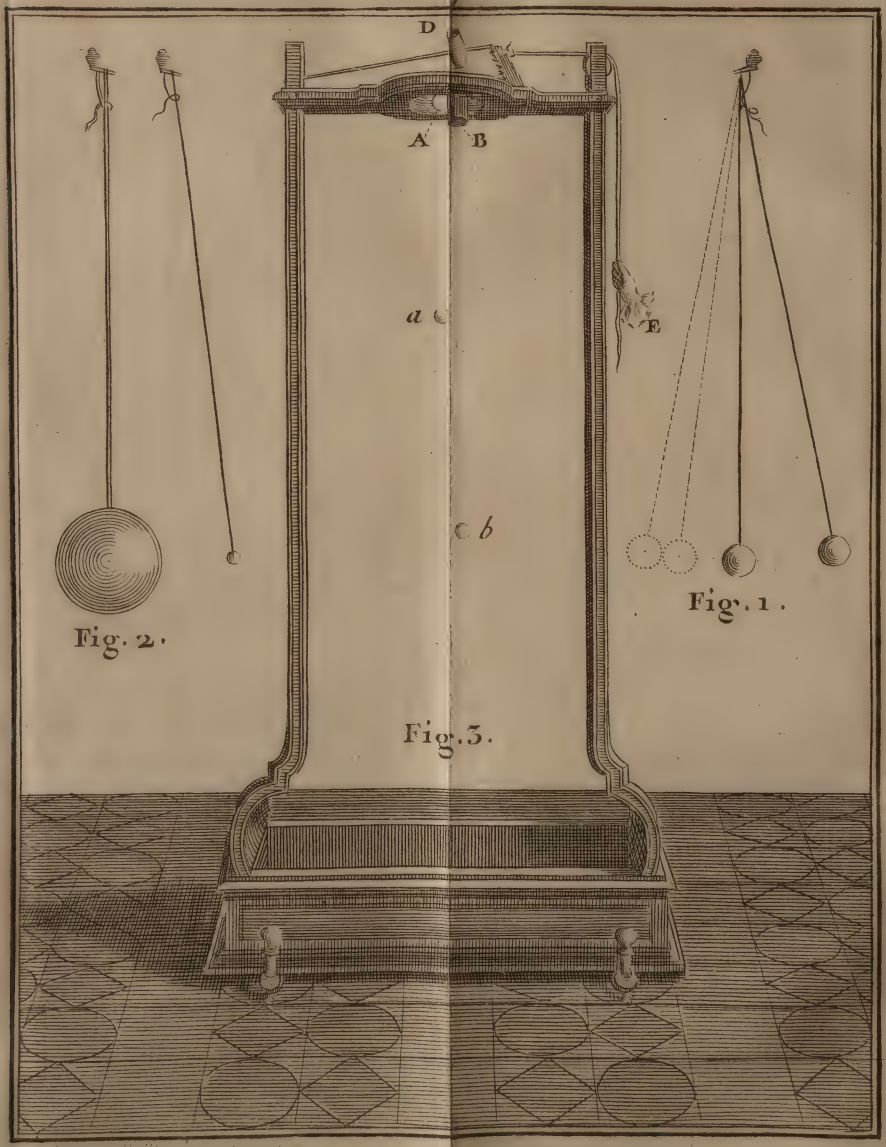


Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 3.

ble, & pour mouvoir le corps en son entier.

III. LEÇON.

On a vu ci-dessus qu'une boule de plomb qui pése une livre, & qui va heurter une autre boule de même matiére & de même poids, lui donne une certaine quantité de mouvement; & qu'elle en donne moins, ou, pour parler plus exactement, qu'elle déplace moins une troisiéme boule qui pése trente ou quarante fois autant. On en a conclu, comme on le devoit, que ce dernier corps, ayant plus de matiére, résistoit davantage; de-là il suit que plus il aura de masse, plus il aura de résistance; & qu'enfin il peut en avoir en telle quantité, que l'effort qu'il a à soutenir, ne suffise pas pour être distribué sensiblement à toutes ses parties. Cependant ce corps ne peut pas se déplacer, que toutes ses parties ne se meuvent en commun; c'est donc par cette raison que l'inertie des corps conserve les uns sensiblement en repos contre un effort qui met les autres en mouvement.

III. LEÇON.

II. SECTION.

Du mouvement en général, & de ſes propriétés.

ON appelle *mouvement*, l'état d'un corps qui eſt actuellement tranſporté d'un lieu dans un autre, ſoit qu'on le conſidère en totalité, ſoit qu'on n'ait égard qu'à ſes parties. Ainſi le bateau qu'on abandonne au courant de la riviére, eſt en mouvement, parce qu'il change continuellement de place; & l'on ne peut point nier que les aîles d'un moulin ne ſe meuvent quoiqu'elles tournent dans le même lieu, parce que chacune d'elles paſſe ſucceſſivement par tous les rayons du cercle qu'elle décrit.

Toutes les fois qu'un corps ſe meut, il change de ſituation reſpectivement aux objets qui l'environnent de près ou de loin: un homme. par exemple, aſſis dans un carroſſe, ou dans un bateau qui le tranſporte, change continuellement de rapports, ſinon avec les perſonnes qui l'accom-

pagnent, au moins à l'égard des différens lieux qu'il parcourt pendant son voyage.

Si j'apperçois à ma gauche ce que j'avois à ma droite, je puis donc conclure en toute sûreté, qu'il y a eu un mouvement réel; mais ce changement de rapport ne suffit pas seul pour m'apprendre si c'est moi qui ai passé du lieu que j'occupois, dans un autre. Car le même effet s'ensuivroit quand j'aurois resté constamment en repos; pourvû qu'on eût déplacé ce que j'ai autour de moi. Que le soleil tourne en 24. heures autour de la terre, ou qu'en un pareil tems la terre tournant sur elle-même, présente successivement tous les points de sa surface à la lumiére de cet astre, c'est la même chose, quant aux apparences; & le système qui attribue le mouvement réel à notre globe, pour expliquer les différens aspects du ciel, n'eût jamais été qu'une pure hypothèse, & ne l'emporteroit pas sur l'opinion contraire, s'il n'étoit appuyé d'ailleurs sur des raisons plus fortes que les positions relatives des corps célestes avec la terre.

III. LEÇON.

Il y a trois choſes principales à conſidérer dans un corps qui ſe meut: ſa *direction*, ſa *viteſſe*, & la *quantité* de ſon mouvement.

La direction s'exprime par la ligne droite qu'un corps décrit, ou tend à décrire par ſon mouvement : car quoiqu'il parcoure un eſpace, qui, outre ſa longueur, a encore les autres dimenſions qu'il a lui-même ; cependant comme ſi ſa matiére étoit réduite en un point, on ne conſidére dans la direction que le chemin parcouru par ce ſeul point ; c'eſt pour cela qu'en nommant deux termes ſeulement, on fait connoître ſans équivoque de quelle maniére le mobile ſe dirige ; comme quand on dit : *telle riviére coule de l'Eſt à l'Oueſt ; tel objet paſſe de droite à gauche.*

Quand un corps commence à ſe mouvoir, c'eſt toujours par une ligne droite, qu'il ſuit autant qu'il peut ; & quand il eſt obligé de la quitter, il recommence à en décrire une autre de la même eſpéce, qu'il n'abandonne encore, que quand on le force de ſe diriger autrement, mais toujours en ligne droite, comme nous le

le ferons voir ci-après. Ainsi quand un mouvement se fait en ligne courbe, cette courbe n'est autre chose qu'une suite de petites lignes droites différemment dirigées. La fronde qu'on fait circuler, passe par une infinité de directions; & le cercle qu'elle décrit peut être considéré comme un polygone d'une infinité de côtés.

On donne aux directions des corps qui sont en mouvement, autant de noms différens, qu'il en appartient aux positions relatives des lignes droites; on dit, par exemple, tel corps se meut *obliquement*, *parallélement*, *perpendiculairement*, &c. à l'horison, à tel ou tel plan. La direction de la pluie est oblique à l'horison, quand il fait du vent.

La vîtesse du mouvement se connoît par l'espace qu'un mobile parcourt, & par le tems qu'il emploie à le parcourir. Pour avoir une idée distincte de la vîtesse, il ne suffit pas de dire, un homme a fait dix lieues; il faut encore accuser pendant combien d'heures il a marché.

De même quand il s'agit des vîtesses relatives, ce n'est point assez de

III. LEÇON.

comparer le tems, ou les espaces seulement, pour sçavoir en quel rapport sont les vîtesses de deux corps; il faut diviser les espaces par les tems, & si l'on trouve, par exemple, qu'en tems égaux chacun d'eux ait parcouru une toise, on pourra conclure égalité de vîtesse; & l'inégalité au contraire, si l'un des deux emploie plus de tems à parcourir un espace donné, ou que dans un tems déterminé il ne parcoure pas autant d'espace que l'autre. Les aiguilles d'une pendule, ou d'une montre, font toutes deux le tour du cadran; elles parcourent le même espace; mais celle des heures emploie douze fois autant de tems que celle des minutes: la derniere a douze fois autant de vîtesse que la premiere; ou bien en prenant le tems de douze heures pour la mesure commune, on verra, en comparant les espaces parcourus, que l'aiguille des minutes fait douze fois le chemin, que celle des heures ne parcourt qu'une seule fois; ce qui revient au même.

On confond assez souvent la vîtesse avec le mouvement; si l'on fait

tourner un morceau de liége une fois plus vîte qu'un plomb de pareil volume, on dit communément, que le liége a plus de mouvement. Cette expreſſion n'eſt point exacte, & l'on verra bien-tôt que le plus & le moins de mouvement ne vient pas ſeulement du dégré de vîteſſe. Cependant ceux-mêmes qui ne l'ignorent pas, ſe conforment quelquefois à l'uſage; & l'on dit, un *mouvement uniforme*, *accéléré*, *retardé*, & quoique ces modifications doivent toujours s'entendre de la vîteſſe.

III. LEÇON.

La vîteſſe *uniforme* eſt celle d'un corps qui parcourt des eſpaces égaux en tems égaux. Comme ſi la boule qui roule ſur un plan, parcourt une toiſe dans la ſeconde, une autre toiſe dans une ſeconde ſuivante, une toiſe encore dans la troiſiéme ſeconde, & toujours de même; de façon que les tems & les eſpaces parcourus ſoient toujours égaux entre eux. Cette uniformité ſe conçoit aiſément comme poſſible; mais dans l'état naturel elle ne ſe rencontre preſque jamais, à cauſe des obſtacles inévitables dont nous parlerons ci-après.

III. LEÇON.

On appelle vîteſſe *accélérée* celle d'un mobile qui dans des tems égaux meſure des eſpaces qui vont toujours en augmentant, ou bien des eſpaces qui ſont égaux entre eux, dans des tems qui décroiſſent de plus en plus: comme une pierre qui tombe librement, & qui va plus vîte vers la fin de ſa chûte qu'au commencement.

Si tout au contraire, des eſpaces égaux ne s'achevent que dans des tems qui augmentent de plus en plus, ou, qu'en ſuppoſant l'égalité des tems, les eſpaces parcourus aillent toujours en décroiſſant, cette vîteſſe eſt celle qu'on nomme *retardée*; telle eſt celle d'une bille qu'on fait rouler, & qui ſe rallentit peu à peu juſqu'au repos.

La quantité du mouvement s'eſtime par la maſſe & par la vîteſſe priſes enſemble, de maniére qu'en multipliant l'une par l'autre, on peut ſçavoir au juſte quel eſt le rapport des mouvemens des deux corps que l'on compare. Suppoſons, par exemple, qu'un des deux ait 100 grains de matiére, que l'autre en ait 500, & que tous deux ſe meuvent avec 4 dé-

III. LEÇON.

grés de vîteſſe : la quantité du mouvement dans le premier ſera 100 multiplié par 4, ce qui ſera 400 ; & dans le dernier ce ſera 500 multiplié par 4, le produit ſera 2000 : ainſi ces deux quantités de mouvement comparées ſeront entr'elles comme 400, & 2000. On apperçoit aiſément la raiſon pour laquelle on doit eſtimer ainſi la quantité du mouvement, quand on conſidére que toute la vîteſſe avec laquelle on fait mouvoir un corps, appartient également à toutes les parties de ſa maſſe ; car ſi je mets un tout en état de parcourir une toiſe en une ſeconde de tems, je détermine par-là ſa vîteſſe, mais je l'imprime, cette vîteſſe, à toutes les parties qui compoſent ce tout ; de ſorte que ſi après l'impulſion reçue, elles venoient à ſe déſunir, on ne conçoit pas qu'aucune d'elles dût demeurer en repos ; on ſent au contraire, qu'en obéiſſant toutes également à la même cauſe qui les a déterminées à ſe mouvoir, elles continueroient d'exécuter ſéparément ce qu'elles ont commencé en commun, en faiſant abſtraction néanmoins des obſtacles qui aug-

III. LEÇON.

mentent en conséquence de la division, & que nous expliquerons ailleurs.

Un corps qui se meut, peut en mouvoir d'autres; & cette faculté est relative aussi à sa masse & à sa vîtesse, de façon qu'on peut compenser l'une par l'autre. Car celui qui a peu de masse fait autant d'effort avec beaucoup de vîtesse, qu'un autre en feroit avec moins de vîtesse, s'il avoit plus de masse. Avec un petit marteau qu'on fait agir promptement, on chasse aussi loin le même clou, qu'avec un plus gros qui tomberoit lentement; une petite baguette ne blesse pas comme un bâton, quand bien même l'une & l'autre frapperoient avec la même vîtesse.

Le mouvement des corps, quand il est employé pour en mouvoir d'autres, soit qu'il tende à les mouvoir seulement, soit qu'il les meuve en effet, se nomme *puissance* ou *force motrice*.

On avoit toujours pensé que cette force en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée comme la quantité du mouvement par la masse

III. Leçon.

& par la vîteſſe ; & en effet, qu'un corps ſollicité à ſe mouvoir, ſe meuve réellement, ou bien qu'il ſoit retenu par des obſtacles, on ne voit autre choſe en lui que la vîteſſe qu'il a ou qu'il auroit, multipliée autant de fois qu'il a de parties ſolides, ou (ce qui eſt la même choſe) toute ſa maſſe multipliée par ſa ſimple vîteſſe ; & l'on ne voit pas que des oppoſitions invincibles, ou la liberté d'agir, puiſſe rien changer à ſa quantité de matiére, ni à l'impulſion qui a une fois réglé ſon dégré de vîteſſe.

Cependant pluſieurs Philoſophes très-célébres ont embraſſé le ſentiment de M. Leibnitz, qui le premier a établi une diſtinction entre la force motrice qui eſt vaincue par un obſtacle ; & celle qui agit contre une réſiſtance qui céde. Ils appellent la premiere *force morte*, & ils conviennent qu'elle doit être évaluée comme la quantité du mouvement, en multipliant la maſſe par la ſimple vîteſſe. Quant à la derniére, qu'ils nomment *force vive*, ils prétendent que, pour l'eſtimer ſelon ſa juſte valeur, il faut multiplier la maſſe, non

III. LEÇON.

par la simple vîtesse, mais par le quarré de la vîtesse, c'est-à-dire, par la vîtesse multipliée par elle-même. Si, par exemple, la vîtesse est 3, ce n'est point par 3, qu'il faudra multiplier la masse, mais par 9, qui est le produit de 3 multiplié par 3. Suivant cette opinion, un corps qui agit contre un obstacle avec 2 de masse, & une impulsion qui régle sa vîtesse à 4, n'a que 8 dégrés de force, tant que la résistance est victorieuse; mais si cette résistance vient à céder, la force à laquelle elle obéit devient vive, & de 8 elle s'éléve à 32.

On juge bien qu'un Philosophe comme M. Leibnitz, & aussi versé qu'il l'étoit dans les Mathématiques, ne s'est point déterminé légérement à introduire un principe aussi nouveau, & qui paroît d'une aussi grande importance pour la méchanique; il l'a même annoncé par un titre qui marquoit sa confiance *; & en effet il appuie sa théorie sur des expériences & par des raisonnemens si

* *Brevis demonstratio erroris memorabilis Carteſii, & aliorum, &c.* Act. Erud. Lipſ. 1686. p. 161.

III. LEÇON.

spécieux, qu'on ne doit point être surpris qu'il ait trouvé des défenseurs parmi les Physiciens les plus habiles & les plus éclairés. Mais l'on ne peut dissimuler aussi que le plus grand nombre révolté contre cette nouvelle doctrine, l'a regardée comme un paradoxe; & qu'après de longues discussions, la plûpart ont pensé qu'il falloit plutôt chercher à concilier les phénoménes qui servent de preuves à l'opinion de M. Leibnitz, avec des principes connus & généralement avoués, que d'admettre une nouveauté qui ne paroissoit point liée avec les idées claires & distinctes qu'on s'étoit faites jusqu'alors du mouvement des corps.

Nous ne croyons pas devoir approfondir cette question dans un Ouvrage, où l'on ne s'est proposé que d'établir les principes les moins contestés: les piéces de ce fameux procès se trouvent mieux expofées que je ne pourrois le faire, dans plusieurs Ouvrages imprimés & très-connus. Je n'en citerai que deux; l'un est le vingt-uniéme & dernier chapitre d'un volume in-8°. imprimé en 1740.

III. LEÇON.

sous le titre d'*Institutions de Physique*; dans lequel Madame la Marquise du Châtelet a fait valoir avec toute la sagacité possible, tout ce qu'on peut dire en faveur des forces vives : l'autre est une *Dissertation sur l'estimation des forces motrices des Corps*, dans laquelle M. de Mairan, qui en est l'Auteur, rappelle un Mémoire qu'il avoit lû en 1728. à l'Académie des Sciences, & dans lequel il combat l'opinion des forces vives par des raisons bien fortes, & explique fort intelligiblement, & par les principes ordinaires, tout ce qui paroissoit ne pouvoir l'être qu'en admettant celui de M. Leibnitz.

Je ne dois pas omettre cependant (& c'est une des raisons qui me dispensent de m'étendre davantage sur cette question) que si les sentimens sont partagés sur la maniére d'évaluer la force des corps en mouvement, on est parfaitement d'accord sur le produit de ces forces, & sur les effets qui en doivent résulter. Ceux qui n'admettent point la distinction Leibnitienne, conviennent cependant

avec les défenseurs des forces vives, que les effets sont quadruples de la part d'un corps qui se meut avec deux dégrés de vîtesse, par comparaison à celui qui n'en a qu'un. Mais, disent-ils, ce n'est pas parce que 4 est le quarré de 2, que cet effet s'ensuit; c'est seulement parce que le mobile qui a deux dégrés de vîtesse, fait un effort qui est répété deux fois autant que celui d'un corps qui se meut avec un dégré de vîtesse. Et il faut avouer que si l'on fait entrer la considération du tems dans l'examen des faits qu'on apporte en preuves des forces vives, on se retrouve alors dans la route ordinaire, & le quarré des vîtesses n'a pas plus lieu pour l'estimation des forces qui ne sont que retardées par des résistances qui cédent, que pour évaluer celles qui agissent contre des obstacles invincibles.

Il suit de cet aveu & de sa restriction, que si l'affaire des forces vives n'est point une question de nom, au moins on peut dire qu'elle n'est pas d'une aussi grande conséquence qu'elle paroissoit devoir l'être pour la méchanique; qu'on peut sans erreur

III. LEÇON.

estimer indistinctement dans la pratique, la force des corps par la quantité du mouvement, c'est-à-dire, par leur masse & par leur simple vîtesse actuelle, s'ils se meuvent réellement; & s'ils sont retenus par des obstacles invincibles, par leur tendance au mouvement qui est comme la masse, & leur vîtesse initiale, c'est-à-dire, celle avec laquelle ils commenceroient à se mouvoir, si l'obstacle cédoit.

Le *repos* est l'état opposé au mouvement, c'est donc celui d'un corps qui persévère dans les mêmes rapports de situations avec les objets qui l'environnent de près ou de loin. Je dis, de près ou de loin, pour faire entendre qu'il s'agit ici du repos absolu; & qu'on ne regarde pas comme tel l'état d'un corps qui est emporté avec ce qui l'entoure, comme un homme qui voyage avec trois autres personnes dans la même voiture; car s'il est en repos relativement à ceux qui l'accompagnent, il ne l'est pas par rapport aux objets extérieurs.

Cette espece de repos à qui nous donnons l'exclusion, est peut-être le

seul cependant qu'on doive admettre en parlant à la rigueur : car si tout le globe que nous habitons, tourne sans cesse sur son axe, & qu'il décrive un orbe autour du soleil, comme il est très-probable, il n'y a aucun corps sur sa surface qui ne participe au mouvement qui est commun à toutes ses parties ; & si quelque chose paroît en repos, ce n'est que relativement aux autres objets terrestres. Mais comme tout ce qui l'entoure à cet égard, s'étend autant que toute notre sphére, quand on ne compare que des corps terrestres entre eux, on peut regarder comme absolu le repos de celui qui ne change point de situation respectivement à eux.

Le repos n'a pas ses dégrés comme le mouvement, à moins qu'on ne le confonde avec la force d'inertie ; il est toujours tout ce qu'il peut être : mais il peut arriver, (& c'est une chose fort ordinaire,) qu'un corps soit en repos considéré comme un tout, & que ses parties soient dans un mouvement actuel. Un bloc de marbre qui s'échauffe à l'ardeur du soleil, ne change point de place, mais toutes

III. LEÇON.

ſes parties ſont agitées ; car tous les Phyſiciens conviennent qu'un des principaux effets de la chaleur, eſt de mettre en mouvement les parties de la maſſe ſur laquelle elle agit.

III. SECTION.

Des Loix du Mouvement ſimple.

ON appelle *Loix du mouvement* certaines régles, ſuivant leſquelles tous les corps ſe meuvent généralement & conſtamment, lorſqu'ils obéiſſent à quelque force motrice.

Le mouvement *ſimple* eſt celui d'un corps qui n'eſt déterminé à ſe mouvoir que vers un ſeul point. Tel eſt celui d'un homme qui gliſſe en ligne droite ſur un canal glacé, ou celui d'un corps grave que ſon propre poids fait deſcendre par une ligne perpendiculaire à l'horiſon : un tel mouvement eſt l'effet d'une ſeule impulſion. ou de pluſieurs qui ſe ſuccédent dans la même direction.

III. LEÇON.

Premiere Loi du Mouvement simple.

TOUT corps qui eſt une fois mis en mouvement, continue de ſe mouvoir dans la direction, & avec le dégré de vîteſſe qu'il a reçû, ſi ſon état n'eſt changé par quelque cauſe nouvelle.

C'eſt-à-dire, que s'il quitte la ligne droite qu'il a commencé à décrire, ſi ſa vîteſſe ſe rallentit, ou s'accélère, ces changemens viennent d'une cauſe particuliére qui le détermine autrement, qui ajoute, ou qui retranche à ſon mouvement, ſans quoi la premiére cauſe ne ceſſeroit d'avoir pleinement ſon effet. Car pourquoi ſon état changeroit-il? La force d'inertie qui l'a retenu, tant qu'elle a pû, dans ſon repos, & qu'il a fallu vaincre, pour lui faire prendre du mouvement, le fait réſiſter enſuite, autant qu'elle peut, à toute variation, & cette réſiſtance doit être vaincue de nouveau par une force poſitive, avant qu'on apperçoive aucun dégré de plus ou du moins dans l'état du mobile.

III. LEÇON.

Mais pourquoi la nature s'eſt-elle fait une loi qui n'a jamais ſon effet ? ou plutôt, comment avons-nous pû aſſigner aux corps qui ſe meuvent, une conſtance de direction & de vîteſſe, qui ne repréſente pas la nature? Quelqu'un a-t-il jamais vû un mouvement ſans altération, & qui ſe perpétuât, ſans avoir beſoin d'être réparé ? Le corps le plus mobile, & le plus violemment agité, ne revient-il pas au repos après un tems plus ou moins long ?

Il faut avouer que nous n'avons en notre diſpoſition aucune expérience qui prouve directement, & d'une maniére poſitive, l'énoncé de cette premiére loi.

Mais, 1°. nous avons fait voir ci-deſſus, qu'un corps en tel état qu'il ſoit, tend à y perſévérer, par une force que nous avons nommée *inertie*. Ce principe ſuffit pour établir la loi dont il s'agit, puiſqu'en faiſant abſtraction de toute réſiſtance étrangère, lorſqu'une fois un corps eſt en mouvement, on ne voit plus rien en lui qui réſiſte à l'impulſion qu'il a reçue, ni qui détruiſe l'inertie qui s'oppoſe

s'oppose à son changement d'état.

III. LEÇON.

2°. S'il est vrai que les corps perdent toujours leur mouvement après un certain tems, il n'est pas moins vrai qu'on connoît toujours des obstacles qui le leur font perdre ; & parce que des résistances inévitables (quoiqu'étrangères,) font cesser le mouvement d'un corps, seroit-ce une raison pour conclure que le mouvement est de nature à ne pouvoir subsister ? Ne doit-on pas plutôt juger tout le contraire, de cela même qu'il faut absolument des résistances positives pour le faire cesser? Voyons donc quelles sont les causes qui font cesser le mouvement, & choisissons par préférence celles qui sont tellement liées avec l'état naturel, qu'elles ne peuvent être évitées.

1ment Dans quelque endroit & de quelque maniére qu'on fasse mouvoir un corps, il se trouve toujours dans quelque fluide, qui à cet égard se nomme *milieu*, & qu'il est obligé de pousser sans cesse devant lui pour se faire un passage ; & comme ce milieu est matériel, il fait une continuelle résistance au mobile qui tend à le dé-

II. LEÇON.

placer. Celui-ci ne peut donc continuer de se mouvoir qu'en employant à chaque instant une partie de son mouvement, pour vaincre cette résistance; ainsi après un certain tems, il l'a tout employé, & se trouve réduit au repos.

2ment Tous les corps étant pesans, aucun d'eux ne peut se mouvoir dans une direction différente de celle qui est propre à la pesanteur, s'il n'est soutenu par une suspension, ou par un plan; ou bien il glisse dans quelque fluide qui le touche de toutes parts. De quelque maniére qu'on s'y prenne, il faut toujours qu'il passe par les différens points de la surface du plan qu'il parcourt, ou du milieu qu'il divise, ou que les piéces qui le suspendent fassent la même chose l'une sur l'autre. Cette application successive de surface à surface se nomme *frottement*, & résiste encore au mouvement: car la superficie des corps n'est jamais parfaitement unie; les parties hautes de l'une s'engagent dans les cavités de l'autre, ce qui fait qu'elles ne glissent qu'avec quelque difficulté.

La résistance des milieux & celle

III. LEÇON.

qui vient des frottemens, sont donc des causes qui empêchent que la premiére loi du mouvement n'ait un plein effet, parce qu'étant inévitables dans l'état naturel, il en résulte des résistances qui détruisent indispensablement une partie de la vîtesse des corps à chaque instant.

Toute machine que l'on fait mouvoir, n'exerce donc jamais sur la résistance qu'on s'est proposé de vaincre, tout le mouvement qu'elle a reçu, puisque les causes dont nous venons de faire mention, en consument nécessairement une partie. Comme il est important de sçavoir ce qui doit lui en rester après cette déduction, nous alons exposer ici ce qu'on doit principalement considérer quand on veut évaluer les résistances qui naissent ou des frottemens, ou des milieux.

ARTICLE PREMIER.

De la résistance des Milieux.

LES milieux, quoique fluides, résistent comme les autres corps par leur inertie qui s'oppose à leur déplace-

III. LEÇON.

ment ; mais l'inertie, comme nous l'avons déja dit, eſt toujours proportionnelle à la maſſe : toutes choſes égales d'ailleurs, plus le milieu a de denſité, plus il fait de réſiſtance.

Mais la maſſe des corps ne dépend pas ſeulement de leur denſité, elle dépend auſſi de leur grandeur ; car une pinte d'eau péſe plus qu'une chopine de la même eau : ainſi le même milieu en pareilles circonſtances réſiſte à proportion de la quantité qu'on en déplace ; & cette quantité doit être meſurée par la ſurface antérieure du corps qui s'y meut, & par l'eſpace qu'on lui fait parcourir. Si je diviſe l'eau ou l'air avec le plat de la main ; à chaque inſtant j'en déplace beaucoup plus que ſi je les diviſois en tems égal, ſeulement avec le tranchant de la même main, & je trouve auſſi plus de réſiſtance.

La maſſe de cette portion du milieu qu'on doit déplacer, étant déterminée par ſa denſité, par la grandeur de la ſurface ſolide qui la pouſſe, elle doit l'être encore par la viteſſe du mobile ; car on conçoit bien que ſi je fais mouvoir ma main dans l'eau, de la

longueur de deux pieds dans une seconde, je déplace une plus grande quantité du fluide, que si dans un tems égal ma main n'avoit parcouru qu'un espace d'un pied. Or une plus grande quantité d'eau fait une plus grande masse, qui résiste plus, & l'inertie s'oppose à une plus grande vîtesse, comme elle s'est opposée au premier dégré qu'on a fait prendre au fluide qui céde. Les expériences suivantes feront preuves de ce que nous venons d'établir touchant la résistance des milieux, & acheveront d'éclaircir ce que nous en avons dit.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

On a divisé en deux parties égales une espéce de baquet ou d'auge, par une cloison qui s'étend d'un bout à l'autre: pour mettre de l'eau d'un côté & laisser l'autre plein d'air seulement. Une double potence qui s'éleve sur le milieu de la cloison, suspend deux verges de même longueur, aux bouts desquelles sont attachées deux boules de métal, qui sont semblables

III. LEÇON.

par leurs poids & par leurs volumes ; & qui peuvent, lorsqu'on les met en mouvement, aller & revenir chacune dans la partie du baquet, à laquelle elle répond. Voyez la *Fig.* 4.

EFFETS.

LES deux boules partant en même tems avec des quantités égales de mouvement ; celle qui se meut dans l'eau perd toute sa vîtesse en 4. ou 5. secondes, au lieu que l'autre dont les balancemens se font dans la partie de l'auge qui ne contient que de l'air, conserve fort long-tems sa vîtesse, & ne la perd entiérement qu'après un très-grand nombre de vibrations.

EXPLICATIONS.

LES deux boules étant de même métal, & ayant des volumes égaux, comme on le suppose, ont nécessairement des masses égales ; & lorsqu'elles commencent à décrire des arcs semblables aux bouts de deux verges d'égales longueurs, leurs vîtesses sont aussi semblables, comme nous le ferons voir dans la suite. Ainsi puisque

le mouvement se mesure par la masse & par la vîtesse, les deux boules de notre expérience commencent à se mouvoir avec pareilles quantités de mouvement. Dans le premier instant chacune d'elles déplace un égal volume du fluide dans lequel elle se meut ; mais le volume d'eau déplacé par *F*, est environ 800 fois plus dense que l'air poussé par *G*. Ces deux mobiles ont donc déployé leurs forces sur des résistances bien inégales, puisqu'elles sont dans le rapport de 1 à 800 ; ainsi la boule *F* n'a point pû passer outre, qu'elle n'ait consumé une partie de sa force, qui égale 800 fois celle que la boule *G* a perdu de la sienne. Ce qui se fait dans le premier instant recommence dans l'instant suivant ; & les vîtesses des deux mobiles diminuent ainsi, avec une différence à peu près proportionnelle à celle des milieux, jusqu'à ce qu'enfin l'un & l'autre soient entiérement réduits au repos.

APPLICATIONS.

M. Newton a démontré qu'un corps sphérique qui se meut dans un

III. LEÇON.

milieu tranquille, & d'une densité égale à la sienne, perdoit la moitié de son mouvement avant que d'avoir parcouru un espace égal en longueur à deux de ses diamétres. Qu'on se rappelle ici les principes que nous avons établis ci-dessus, & que nous venons de confirmer par l'expérience précédente; on concevra facilement comment on peut soumettre à un calcul exact la résistance qu'un fluide peut faire au mouvement d'un corps solide qui y est plongé. Car supposez que ce soit une boule d'or qui se meuve en ligne droite dans l'eau, ce qu'elle déplace équivaut à un cylindre dont la base a pour diamétre celui de la boule; & pour axe la ligne que son centre décrit. On sçait quel est le rapport des densités de l'or & de l'eau; on sçait aussi quel est le rapport d'une boule à un cylindre, d'un certain diamétre, & d'une hauteur donnée. Toutes ces quantités étant donc connues, on peut juger de la résistance que l'eau oppose à la boule pendant qu'elle parcourt tel ou tel espace: & en comparant ce qu'elle a perdu de sa vîtesse, avec ce qu'elle avoit en

commençant

commençant à se mouvoir, on peut juger de ce qui lui en reste.

III. LEÇON.

Nous avons déja dit, que pour évaluer la résistance des fluides, il falloit avoir égard aussi à la vîtesse du mobile. Il n'y a point de milieu si divisible, qui n'exige un tems fini pour céder. Nous trouvons ordinairement ce tems fort court, parce que les vîtesses que nous employons, pour les diviser, ne sont point fort grandes; & la comparaison que nous faisons du tems employé contre eux, à celui avec lequel ils obéissent, nous fait porter ce jugement, dont on revient, quand on considére certains effets qu'on ne peut expliquer qu'en supposant qu'on n'a point donné au fluide le tems de céder. Pourquoi, par exemple, les coups de rames font-ils avancer un bateau? & pourquoi le font-ils avancer d'autant plus vîte qu'ils sont plus prompts & plus réquens? C'est que lorsqu'on frappe l'eau plus vîte qu'elle ne peut céder, elle devient par cette lenteur à obéir le point d'appui d'un levier que le batelier fait agir. Les poissons font avec leurs queues ce que le batelier

III. LEÇON.

fait avec ses rames, le nageur avec ses bras & ses jambes, les oiseaux aquatiques avec leurs pieds, qui pour cet effet sont conformés d'une maniére propre à pousser un grand volume d'eau.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

H I, *Figure 5*. représente un mouvement d'horlogerie, dont le modérateur est un volant à deux aîles, 1,2; on monte le ressort avec une clef, & la piéce *K* est un levier qui se meut de gauche à droite, & de droite à gauche, pour mettre le rouage en jeu, ou pour l'arrêter. On pose cet instrument sur la platine de la machine pneumatique que nous avons représentée entiére dans la *Figure 1. de la 2e. Leçon*; & on le couvre d'un récipient de verre garni par le haut d'une tige de métal, *L*, qui passe au travers d'une virole de cuivre pleine de cuirs gras, & avec laquelle on peut mener le levier *K*, sans laisser rentrer l'air, quand on a fait le vuide dans le récipient. Voyez la *Figure. 6.*

III. LEÇON.

EFFETS.

Lorſqu'on met le rouage en jeu dans le vuide, on s'apperçoit par la fréquence des coups de marteaux qui battent ſur le timbre, que le mouvement du rouage eſt beaucoup plus libre que quand le récipient eſt plein d'un air ſemblable à celui de l'atmoſphère.

EXPLICATIONS.

Ce qu'on nomme communément le vuide de Boyle, n'eſt autre choſe qu'un eſpace où l'on a raréfié l'air autant qu'il eſt poſſible, par le moyen de la machine pneumatique, que ce Philoſophe Anglois a beaucoup perfectionnée; mais nous ferons voir, (& tous les Phyſiciens en conviennent,) que ce vuide n'eſt qu'un milieu moins denſe que celui où nous voyons la plûpart des corps ſe mouvoir. Dans l'un & dans l'autre de ces deux milieux, c'eſt-à-dire, dans l'air ordinaire, & dans l'air raréfié, le rouage n'a point une entiére liberté, parce qu'indépendamment des autres cauſes, le volant a toujours quelque

III. LEÇON.

résistance à vaincre, pour se mouvoir dans le fluide qui l'environne, La résistance de ce fluide est proportionnelle à sa densité ; & par cette raison dans un air moins dense, le modérateur moins gêné lui-même, laisse plus de liberté aux roues, & procure plus de fréquence aux marteaux.

APPLICATIONS.

On voit par cette expérience, que l'air est un milieu résistant qui se comporte à l'égard des corps en mouvement, comme tous les autres fluides ; à cela près, qu'étant beaucoup moins dense que la plûpart d'entre eux, il résiste moins en pareilles circonstances : c'est pourquoi pour trouver un point d'appui dans sa résistance, comme nous avons vû qu'on en trouve dans celle de l'eau, il faut le frapper avec bien plus de vîtesse, ou bien en pousser un plus grand volume en même tems. Les oiseaux s'élévent, se soutiennent, & font de longs trajets dans l'air, malgré le poids de leur corps qui excéde toujours considérablement celui du milieu qu'ils

III. LEÇON.

occupent. Ceux qui volent longtems & fort loin, comme les hirondelles, la plûpart des oiseaux de proie, plusieurs aquatiques, &c. ont ordinairement peu de corps, beaucoup de plumes, & des aîles fort grandes; ceux au contraire qui ont un vol plus court ou moins fréquent, ont d'ordinaire plus de chair, & des aîles plus petites par proportion. Mais si l'on y fait attention, on remarquera que ceux-ci battent plus promptement que les autres en volant; les moineaux, pinçons, chardonnerets, linotes, &c. volent comme par sauts, & ne se soutiennent point long-tems dans une même direction; leurs aîles ne peuvent élever & soutenir leurs corps que par une vîtesse à laquelle ils peuvent à peine fournir quelques instans: pendant qu'ils se reposent pour recommencer, leur propre poids les gagne, & leur fait perdre une partie de l'élévation précédemment acquise; c'est pourquoi leur vol n'est qu'une suite d'élancemens.

Il y a des oiseaux qui se soutiennent pendant quelque tems à la même élé-

III. LEÇON.

vation, sans paroître mouvoir les aîles, (ce qu'on nomme *planer*;) on doit supposer qu'elles se meuvent pourtant, mais que leurs vibrations sont si promptes & si courtes, qu'on ne peut les appercevoir à une certaine distance. La grande vîtesse de ce mouvement peut suppléer pendant quelque tems à des battemens plus ouverts; & l'on remarque aussi que les oiseaux qui planent, sont obligés de tems en tems de regagner par un vol ordinaire la hauteur qu'ils ont perdue insensiblement, & de reposer, pour ainsi dire, par des mouvemens plus lents & plus étendus, les muscles dont le ressort a été trop tendu pendant ces vibrations courtes & fréquentes.

On voit par-là pourquoi les oiseaux domestiques, ou ceux qui s'engraissent beaucoup en certaines saisons, volent si peu ou si mal. A mesure qu'ils augmentent en masse, il faudroit aussi que leurs aîles devinssent plus grandes, pour embrasser un plus grand volume d'air, ou que leurs forces augmentassent par proportion pour les faire agir avec plus de vîtes-

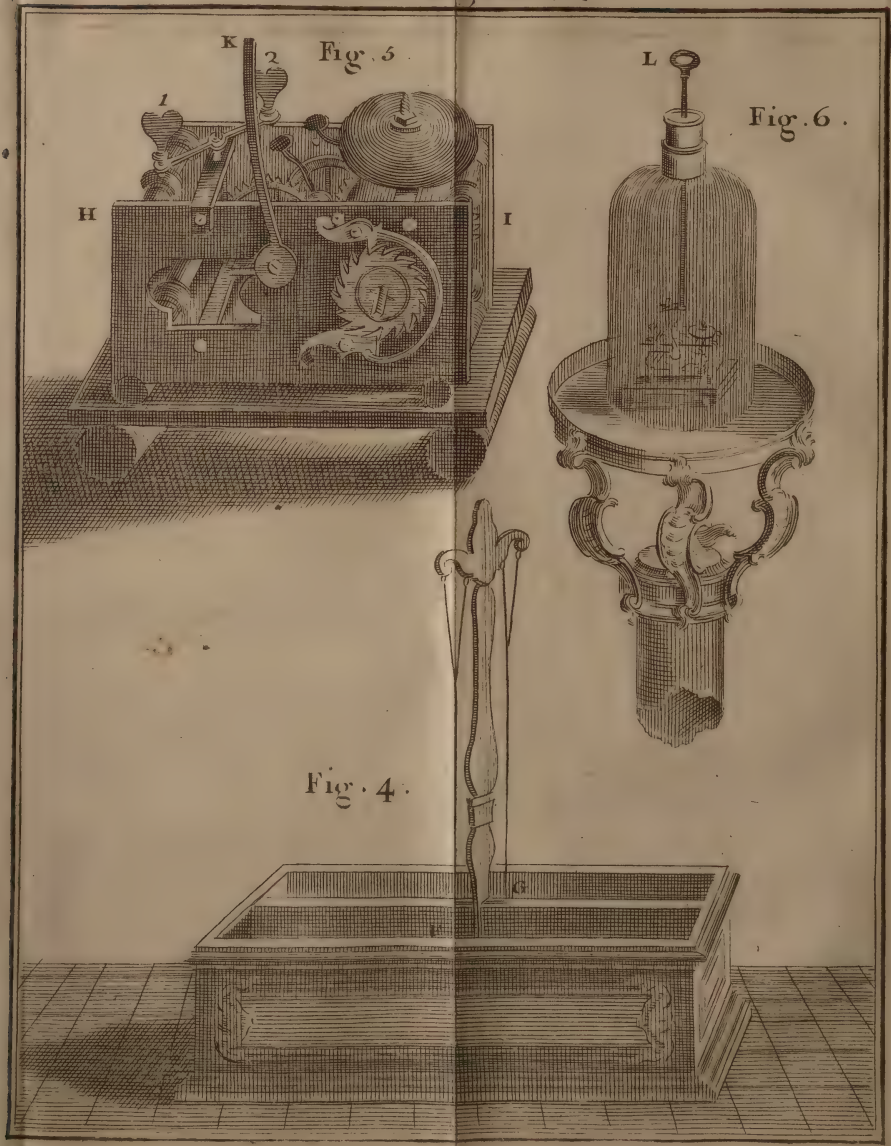


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4.

se : mais le dégré de force, & la conformation dans chaque espéce, ne sont pas variables comme l'embonpoint.

Que l'on compare maintenant le poids d'un homme avec la force qu'il lui faudroit avoir dans les bras, pour mouvoir des aîles d'une grandeur proportionnée à sa masse, avec une vîtesse capable de le soutenir en l'air, & l'on verra quelle a été la folie de ceux qui ont cherché les moyens de voler ; & qui les ont regardés comme possibles. En vain s'imagineroit-on qu'il ne faudroit que de la dextérité & de l'exercice ; il seroit facile de faire voir que les bras d'un homme le plus robuste & le plus exercé, ne sont pas capables d'un effort suivi, qui pût produire un tel effet.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'instrument que représente la *Fig.* 7, est un double moulinet dont les aîles en même nombre pour chacun, sont aussi de même poids, de même largeur & de même longueur ; avec

III. LEÇON.

cette différence, qu'à l'un des deux le plan de chaque aîle peut s'incliner à l'axe, de telle façon que l'on veut: un même reſſort qui ſe détend, quand on baiſſe un bouton qu'on voit en *M*, pouſſe également deux petites broches *NN*, qui ſont fixées aux moyeux des moulinets; ainſi en obéiſſant tous deux à cette impulſion commune, ils commencent à ſe mouvoir avec des vîteſſes égales.

Effets.

Si toutes les aîles des moulinets ſont dans des poſitions ſemblables relativement à leurs axes, par exemple, ſi dans l'un & dans l'autre le plan de chaque aîle eſt paralléle à l'axe commun, le mouvement imprimé par le reſſort dûre également dans tous les deux; ils font un pareil nombre de tours, & finiſſent enſemble de ſe mouvoir. Si au contraire dans l'un des deux moulinets la largeur des aîles tombe ſur l'axe à angles droits, ou, (ce qui eſt la même choſe,) que leurs plans ſe trouvent tous dans celui d'un même cercle; alors la même impulſion fait tourner celui-ci

bien plus vîte & beaucoup plus long-tems que l'autre.

EXPLICATIONS

Dans le premier cas de l'expérience précédente, les aîles de chaque moulinet se présentent de face au milieu commun qu'elles ont à déplacer, pour se mouvoir: elles ne différent d'ailleurs par aucune circonstance, comme on le suppose; elles éprouvent donc en même tems des résistances égales; elles perdent par conséquent pareilles quantités de forces dans les mêmes instans; quand la vîtesse manque tout-à-fait à l'un des deux moulinets, elle doit pareillement manquer à l'autre. Tout au contraire dans le second cas, l'un des deux moulinets présente ses aîles de champ; dans cette position ce ne sont plus que des lames qui divisent facilement l'air, & qui n'éprouvent plus à beaucoup près la même opposition de sa part, puisque le volume qui doit se déplacer est beaucoup moindre; ainsi celui qui dans des tems égaux perd moins de sa force, doit tourner plus vîte & plus long-tems que l'autre.

III. LEÇON.

APPLICATIONS.

Cette derniére expérience fait voir qu'une même maſſe peut éprouver des réſiſtances différentes dans le même milieu, ſelon qu'elle lui préſente directement une ſurface plus ou moins grande. Le batelier fait agir ſa rame par le plat, quand il cherche un point d'appui dans la réſiſtance de l'eau; mais il la relève par le tranchant, pour ſe moins fatiguer, quand il veut ſe mettre en état de recommencer.

C'eſt par la même raiſon, qu'un corps conſerve ordinairement mieux ſon mouvement, lorſqu'il eſt entier, que s'il eſt diviſé: car la diviſion multiplie les ſurfaces, & par conſéquent la réſiſtance du milieu. Quand une once de plomb ſort d'un fuſil, ſous quelque quantité de ſurface qu'elle ſoit, l'impulſion de la poudre qui détermine ſa vîteſſe eſt la même: cependant tout le monde ſçait qu'une balle eſt toujours portée beaucoup plus loin qu'une pareille quantité de plomb en grains: cette différence vient de la réſiſtance de

III. LEÇON.

l'air qui agit en raison des surfaces; car chaque petit grain de plomb ainsi que la balle, présente toujours à l'air qu'il divise, la moitié de sa superficie sphérique; & à poids égaux, la somme des petites surfaces hémisphériques du plomb grainé, excéde beaucoup celle d'une seule balle.

Comme il arrive souvent qu'on ne compte point assez sur la résistance du milieu, quelquefois aussi le préjugé lui en prête plus qu'il n'en a. Qui est-ce qui n'a pas oui dire, par exemple, qu'un coup de fusil qui passe au-dessus de l'eau, ou qui traverse d'un bord à l'autre d'une riviére ou d'un étang, ne porte pas le plomb aussi loin que par-tout ailleurs? La raison qu'on en donne, en disant que la vapeur de l'eau épaissit l'air, a bien quelque vrai-semblance; mais on la fait trop valoir, quand on attribue des effets sensibles à ce prétendu épaississement de l'air. L'expérience précédente a fait voir qu'on ne fait varier considérablement sa résistance, qu'en faisant naître des différences considérables dans sa densité; & des épreuves que j'ai plusieurs fois répé-

III. LEÇON.

tées avec soin, m'ont appris que le fait en question est pour le moins une exagération. Si quelqu'un s'est aperçu qu'il n'atteignoit point les objets étant sur l'eau, comme lorsqu'on tire ailleurs, c'est qu'il a été trompé par la distance, qui nous paroît toujours moindre, quand nous ne voyons qu'une étendue trop uniforme, & que nous n'y trouvons pas d'objets qui nous aident à l'estimer. Ainsi il ne seroit pas surprenant qu'on eût manqué de tuer à 60 pas un oiseau, qu'on croyoit tirer à 50; mais la densité du milieu augmentée par la vapeur de l'eau, auroit bien peu de part à cet effet. Ajoutez à cela, que presque tous les oiseaux aquatiques plus difficiles que les autres à percer, doivent être tirés de plus près.

JUSQUES ICI nous avons considéré le milieu comme tranquille; mais s'il est agité, sa résistance sera augmentée ou diminuée par son propre mouvement. Le poisson qui remonte le courant d'une riviére, a deux résistances à vaincre: l'une est le mouvement de l'eau dont la direction est contraire à la sienne; l'autre est l'iner-

tie du volume auquel il répond, & qu'il doit déplacer, comme il feroit dans une eau dormante. Un homme qui marche contre le vent, a la même chose à faire; & c'est pour cette raison, que quand on fait mouvoir un corps contre la direction d'un fluide dont le mouvement est rapide, on diminue son volume, autant qu'il est possible, pour donner moins de prise à l'effort du courant. Un vaisseau qui a le vent contraire, plie ses voiles; & en pareil cas, le batelier fait asseoir ceux qu'il passe d'un bord à l'autre de la riviére.

Si le mobile & le fluide qui lui sert de milieu se meuvent tous deux dans la même direction; ou ils ont des vîtesses égales, ou l'un des deux en a plus que l'autre : dans le premier cas, la résistance du milieu est nulle; tel est le mouvement d'un poisson qui suit précisément le courant de l'eau : dans le dernier cas, celui des deux qui a le plus de vîtesse, en communique à l'autre, aux dépens de celle qu'il a. Un boulet de canon qui part dans la direction du vent, ne trouve pas autant de résistance dans l'air, qu'il en souffriroit dans un tems calme; mais com-

III. LEÇON.

me il va plus vîte que le vent, il faut toujours qu'il s'ouvre un passage dans ce milieu qui fuit devant lui avec trop de lenteur. Si l'on connoît par les régles que nous avons établies, quelle seroit la résistance d'un milieu, s'il étoit en repos; on connoîtra de même ce que son dégré de vîtesse pour ou contre ajoute ou retranche à cette résistance.

ARTICLE II.

De la résistance des frottemens.

POUR se faire une juste idée des frottemens; il faut observer que la surface d'un corps quelconque n'est jamais parfaitement unie: quand on supposeroit que toutes les parties solides qui la composent sont exactement dans le même plan, (& quand cela se trouve-t-il?) les pores qui les séparent nous obligeroient encore à nous représenter cette superficie comme un assemblage de petites éminences & de petites cavités. Supposons que deux plans de cette espéce se touchent dans toute leur étendue, les parties hautes de l'une entreront dans les creux de l'autre,

comme il arrive à-peu-près à une pélote couverte de velours, que l'on poſe ſur un tapis de même étoffe; ou bien, ſi c'eſt un corps ſolide que l'on plonge dans un liquide, celui-ci en conſéquence de la ténuité & de la fluidité de ſes parties, ſe moule exactement dans toutes les cavités de l'autre, comme on peut le remarquer par l'humidité qu'on y apperçoit, quand il en ſort.

S'il s'agit maintenant de faire parcourir à un corps la ſurface d'un autre corps, cela peut s'exécuter de deux maniéres différentes qu'il eſt important de bien diſtinguer: 1°. En appliquant ſucceſſivement les mêmes parties de l'un à différentes parties de l'autre, comme quand on fait gliſſer un livre ſur une table: & nous nommerons ce frottement, celui de la premiére eſpéce. 2°. En faiſant toucher ſucceſſivement différentes parties d'une ſurface à différentes parties d'une autre ſurface, comme lorſqu'on fait rouler une boule ſur un billard: & nous nommerons ce dernier frottement, de la ſeconde eſpéce.

Dans le premier cas, le mouvement

III. LEÇON.

que l'on fait faire à celui des deux corps qui passe sur l'autre, a une direction perpendiculaire à celle selon laquelle les parties des surfaces sont réciproquement engagées. Car selon notre supposition, la surface que l'on fait glisser horizontalement, & celle d'un corps grave que son poids appuie verticalement sur la table ; & cette espéce de frottement occasionne souvent la rupture de ces petites éminences qui forment l'inégalité des superficies, comme on peut le remarquer par la poussiére qu'on fait naître de deux marbres, ou de deux morceaux de bois dressés, qu'on frotte l'un sur l'autre, un peu rudement.

Dans le second cas, ces mêmes parties engagées se quittent à-peu-près comme les dents des deux roues de montre se désengrennent en roulant l'une sur l'autre : s'il arrive qu'elles ayent peine à se quitter, c'est qu'il y a disproportion entre les parties saillantes, & les vuides qui les reçoivent ; mais jamais cette derniére espéce de frottement n'est aussi efficace que l'autre, pour rallentir le mouvement.

L'usage

III. LEÇON.

L'usage où l'on est d'enrayer les roues des voitures dans les descentes rapides, nous fournit un exemple familier des différens effets que produisent ces deux sortes de frottemens. Quand on craint qu'un carrosse, ou une charrette, ne se précipite en descendant trop vîte, on empêche les roues de tourner sur leur axe; alors le même point de la circonférence traîne successivement sur une suite de points pris sur le terrein; c'est un frottement de la premiére espéce, qui résiste considérablement au mouvement de la voiture. Il n'en est pas de même quand chaque roue tourne à l'ordinaire sur son aissieu; elle se déploie sur les différentes parties du plan qu'elle a à parcourir; son frottement, quant à sa circonférence, n'est que de la seconde espéce; & son mouvement beaucoup plus libre, le seroit trop, s'il se trouvoit encore favorisé par une pente bien roide.

Il n'est pas aussi facile d'estimer la résistance qui vient des frottemens, que celle des milieux considérés par rapport à leur densité, au volume & à la vîtesse du mobile qui les dé-

III. LEÇON.

place. Le passage successif d'une surface sur une autre, est d'autant plus retardé, qu'elles ont toutes deux plus d'inégalités ; mais ce *plus* ou ce *moins* varie à l'infini, non-seulement par la nature des corps, mais aussi par le dégré de perfection qu'ils peuvent recevoir de l'art. Un ouvrier ne peut jamais dire qu'il a poli également deux morceaux du même bois, du même métal, de la même pierre, &c. & quand il auroit une régle certaine pour s'en assurer, on ne pourroit pas compter sur la constance de cet état ; toutes les matiéres s'usent & s'altèrent peu-à-peu, & ces accidens dont on ne peut guère estimer la valeur, augmentent quelquefois, & plus souvent diminuent le poli des surfaces.

Les autres quantités qui entrent dans l'évaluation des frottemens, la grandeur des superficies, la pression qu'elles ont l'une sur l'autre, leur dégré de vîtesse, sont des choses plus faciles à mesurer ; mais comme leur valeur est relative à l'état actuel des surfaces, il reste toujours beaucoup d'incertitude dans l'estimation des

III. LEÇON.

résistances qui en résultent. On se contente pour l'ordinaire d'un à-peu-près qui souvent n'en est point un, en supposant qu'un tiers de la puissance, ou du mouvement imprimé à une machine, est employé à vaincre les frottemens : mais on voit bien que cela doit s'entendre d'une machine en grand, & qu'il doit y avoir beaucoup de variété, suivant son dégré de simplicité, & selon la perfection des piéces qui la composent.

Quelques Physiciens * ont prétendu que la grandeur des surfaces n'entroit pour rien dans le frottement, & qu'on ne devoit avoir égard qu'au dégré de pression. « Un corps, disent-» ils, qui a plus de largeur que d'épais-» seur, ne doit pas faire plus de résis-» tance, quand on le traîne sur sa plus » grande surface, que lorsqu'il frotte » par son côté le plus étroit ; parce » que la pression qui vient de son » poids, étant la même dans l'un & » dans l'autre cas ; si dans le premier » il y a plus de parties engagées, el-» les le sont moins profondément que » dans le second. »

* *M. Amontons, hist. de l'Acad. des Sc. 1699. p. 104. Exp. de M. de la Hire. Ibid.*

Ce raisonnement, qui ne conclu-

III. LEÇON.

roit pas seul, & auquel on peut en opposer bien d'autres *, a été appuyé de quelques expériences très-ingénieuses, & en apparence très-favorables à l'opinion qu'on vient d'exposer ; mais dans une matiére comme celle-ci, où l'on ne peut pas tirer des conséquences du particulier au général, il faut se régler sur ce qui arrive le plus ordinairement. Des épreuves réitérées m'ont presque toujours fait voir, comme à M. Muschenbroek, qui en a fait beaucoup en ce genre, qu'il falloit compter les surfaces pour quelque chose, pour beaucoup moins cependant que les pressions : quant au rapport des unes & des autres avec les effets, je n'ai rien trouvé d'assez constant, pour en pouvoir faire le fondement d'une exacte théorie.

* Hist. de l'Acad. des Sciences de 1703. p. 108. & suiv.

Outre la pression & la grandeur des surfaces, on doit encore faire entrer la vîtesse dans l'évaluation des frottemens ; car comme cette sorte de résistance vient des parties engagées qu'il faut rompre, ou qu'on ne peut dégager qu'en faisant céder la pression qui tient les surfaces appli-

quées l'une à l'autre ; il eſt évident que la ſomme des réſiſtances doit être d'autant plus grande, que le corps frottant aura plus de chemin à faire dans un tems déterminé ; parce qu'alors il faut que les parties engagées ſe rompent en plus grand nombre, ou ſe dégagent plus fréquemment.

Mais une choſe très-remarquable, c'eſt que cette augmentation de réſiſtance qui vient de la vîteſſe avec laquelle on fait frotter les ſurfaces, a ſes bornes, au-delà deſquelles on peut accélérer les mouvemens, ſans que les frottemens en deviennent plus conſidérables ; ainſi l'on peut dire en quelque façon, qu'en augmentant la cauſe, on n'augmente plus ſon effet ; paradoxe qui mérite d'être expliqué.

Suppoſons que *DE*, & *FG*, *Fig.* 8. repréſentent deux ſurfaces de corps durs, dont les inégalités inſenſibles ſoient engrenées les unes dans les autres ; que la preſſion qui les joint, agiſſe dans la direction *AB*, perpendiculaire à celle du mouvement qui fait gliſſer ces deux corps l'un ſur l'au-

III. LEÇON.

tre. On voit bien que celui de dessus ne peut se mouvoir selon la direction *BC*, à moins que ses parties les plus élevées, *f*, *g*, *h*, ne se dégagent des creux dans lesquels elles sont enfoncées, ce qui ne se peut faire qu'autant que le corps entier *D E*, sera soulevé contre l'effort de la pression. Si cette pression est assez grande pour faire retomber ces parties qui ont été dégagées, dans les creux qui suivent immédiatement ceux qu'elles ont quittés, c'est-à-dire, que la partie *e*, sortant du 1 retombe au 2, au 3, &c. il est visible que l'effort qu'il faudra faire pour soulever le corps *DE*, ou (ce qui est la même chose,) pour désengrener les parties, se répétera autant de fois qu'il y a de ces petites élévations à la surface *FG*; & plus le corps frottant fera de chemin dans un tems donné, sur celui auquel il est appliqué, plus ces soulévemens & ces rechûtes auront lieu; ainsi la résistance des frottemens augmente par la vîtesse, tant que cette vîtesse n'empêche pas que les parties hautes d'une surface ne se logent successivement dans toutes les parties

baſſes de l'autre ſurface, de la maniére qu'on vient de l'expoſer.

Mais il peut arriver que le mouvement qui ſe fait ſelon la direction *BC*, ſoit ſi rapide, que lorſque les parties ſaillantes *e*, *f*, *g*, *h*, ont été dégagées, elles ſoient entraînées d'une quantité conſidérable avant que la preſſion les engage de nouveau; que la partie *e*, par exemple, ayant quitté le 1. creux de la ſurface *FG*, au lieu de retomber dans le 2, ſoit tranſportée juſqu'au 3, ou juſqu'au 4, & alors on conçoit aiſément que le corps frottant *DE*, pourra parcourir 2 ou 3 fois autant de ſurface ſur *FG*, ſans cependant que ſes parties y ſoient plus fréquemment engagées.

Les expériences que je vais rapporter, feront voir ce qui m'a paru invariable dans les frottemens. 1°. Que le frottement de la premiére eſpéce fait beaucoup plus de réſiſtance, que celui de la ſeconde. 2°. Que le frottement augmente par l'augmentation des ſurfaces, toutes choſes égales d'ailleurs. 3°. Que la preſſion fait croître auſſi la réſiſtance du frottement, de quelque eſpéce qu'il

III. LEÇON.

soit. 4°. Qu'à proportions égales, la réſiſtance des frottemens augmente plus conſidérablement par les preſſions que par les ſurfaces.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La *Fig.* 9. repréſente un inſtrument compoſé 1°. de quatre rouleaux, 1, 2, 3, 4, ſuſpendus par des pivots très-fins dans deux doubles montans *PP*; 2°. d'un autre rouleau plus grand que les précédens, & dont l'axe *OO* a dans toute ſa longueur environ 2 lignes $\frac{1}{2}$ de diamétre, & ſe termine par deux pivots d'acier, qui roulent dans deux vis QQ, percées ſelon leur longueur, ou bien ſur les deux interſections des deux paires de rouleaux; un reſſort ſpiral fixé d'une part à l'un des doubles montans, & de l'autre à l'axe de ce dernier rouleau, le fait tourner alternativement ſur deux ſens, & l'on compte la durée du mouvement du rouleau par le nombre des vibrations du reſſort: 3°. d'une piéce *R*, repréſentée ſeule par la *Fig.* 10. qui repoſe ſur l'axe

l'axe du rouleau, tantôt par une surface *s*, tantôt par deux autres *t t*, semblables à *s*, & au bout de laquelle on attache un ou plusieurs petits poids, pour augmenter la pression sur l'axe. Quand on tend le ressort, on avance le levier *V*, pour appuyer un des croisillons du grand rouleau, afin d'être sûr du dégré de tension, & pour le détendre avec justesse. III. LEÇON.

On met d'abord les pivots du rouleau dans les trous des vis, Q Q, & ensuite on les fait reposer sur les intersections des rouleaux, sans charger l'axe avec la piéce *R*; & dans l'une & dans l'autre épreuve, on a soin que le ressort soit tendu également.

EFFETS.

LE ressort ayant été détendu; si dans le premier cas on a compté 29 ou 30 vibrations avant que le mouvement cesse entiérement; dans le second on en compte environ 400, dont chacune dure près d'une seconde.

EXPLICATIONS.

L'EXPÉRIENCE précédente considérée dans les deux faits qu'elle établit.

III. LEÇON.

prouve visiblement que les frottemens, de quelque sorte qu'ils soient, détruisent le mouvement par une résistance qui ne diffère que du plus au moins. Mais elle fait voir en même tems, que des deux espéces de frottemens que nous avons distinguées, la premiére a des effets bien plus considérables que l'autre : quand les pivots tournent dans les vis percées, c'est un frottement de la premiére sorte; toute leur surface cylindrique passe successivement sur la partie inférieure de chacun des trous: quand au contraire ces mêmes pivots font tourner par leur mouvement les rouleaux qui les portent, ce n'est plus qu'un frottement de la seconde espéce; car alors la circonférence des uns ne fait plus que se développer sur celle des autres; la partie qui a touché, ne touche plus l'instant d'après, & celle qui la précéde lui sert de point d'appui, pour se dégager suivant une direction favorable, comme la dent d'une roue qui commence à engrener le pignon, favorise le désengrénage de celle qui avoit engrené avant elle.

APPLICATIONS.

III. LEÇON.

RIEN n'eſt ſi commun que les effets du frottement ; on les rencontre par-tout, & l'on peut dire en général que c'eſt la principale cauſe des altérations & du dépériſſement que nous remarquons dans tous les ouvrages de l'art, & ſur-tout dans ceux dont nous faiſons un fréquent uſage. Les habits, les meubles, les bijoux, les inſtrumens, &c. ne durent qu'un certain tems, parce que les frottemens auſquels ils ſont continuellement expoſés, changent inſenſiblement les ſurfaces & les formes, & leur font perdre les qualités qui en dépendent. Les matiéres les plus dures & les plus ſolides, ne tiennent point contre un long ſervice ſans donner des marques de diminution ; un raſoir, un couteau, une hache, perdent bientôt le fil de leur tranchant ; le ſoc d'une charrue a beſoin d'être réparé de tems en tems ; & le cheval dont le pied gliſſe ſur le pavé, y laiſſe une trace où les yeux les moins attentifs ne peuvent méconnoître les parties de ſon fer, que le frottement

11. LEÇON.

y a fait rester. Mais comme rien ne s'anéantit dans l'univers, toutes ces particules ainsi détachées de leurs masses, se mêlent avec différentes matières, dans lesquelles elles se retrouvent lorsqu'on y pense le moins. De bons Physiciens ont été surpris de trouver du fer dans l'argile & dans la cendre des plantes; parce qu'ils ne faisoient point assez d'attention à la prodigieuse divisibilité des métaux en général, & en particulier à la dispersion continuelle qui se fait des parties de celui-ci, tant par les outils que l'on use à cultiver la terre, que par une infinité d'autres usages qui le mettent en état d'être répandu partout. D'autres plus attentifs à cette grande & continuelle consommation des ouvrages de fer, l'ont reconnu, ce métal, dans la boue des grandes villes, & lui ont attribué la couleur noire qu'elles ont, & dont il est très-vraisemblablement la cause. Si l'or étoit aussi commun que le fer, & qu'on en fit un usage aussi fréquent & aussi étendu, ne doutons pas qu'on ne le rencontrât de même dans toutes les matières où l'on prendroit la

peine de le chercher avec soin : mais celui qui l'auroit trouvé quelque part que ce pût être, seroit-il en droit de dire qu'il a fait de l'or ? pas plus, ce me semble, que celui qui trouve aujourd'hui du fer dans la cendre, ne peut se vanter d'avoir fait du fer. Parmi tous ces fameux Adeptes qui ont enrichi le monde de leurs promesses, s'il s'est trouvé quelque faiseur d'or qui le fût de bonne foi, c'est que dans un grand nombre de matières passées au creuset, il se sera trouvé par hasard quelque parcelle d'or qui ne devoit rien autre chose à l'opération de l'artiste, que d'avoir été séparée des corps étrangers dans lesquels elle étoit cachée. Faire de l'or de cette maniére me paroît une chose possible ; mais je doute fort qu'on en fît assez pour payer la dépense du charbon. III. LEÇON.

Si les frottemens nuisent en beaucoup d'occasions, il y en a bien d'autres aussi où nous les mettons à profit ; les arts ont sçu tourner à leur avantage, jusques aux choses même qui semblent opposées à leur progrès. Une lime n'est autre chose qu'une surface hérissée exprès de pointes

III. LEÇON.

& de tranchans ; son frottement sur les matiéres les plus dures, est un moyen très-commode de les figurer à son gré par une diminution de volume bien ménagée ; aussi cet outil est-il en usage dans un grand nombre de métiers. L'ouvrier intelligent qui l'employe, tire du même moyen différens avantages suivant les modifications qu'il y met. Tantôt pour gagner du tems, il fait agir une lime dont l'âpreté exige plus de force de sa part ; tantôt il la choisit d'une taille plus fine, pour adoucir ce que la premiére n'a fait qu'ébaucher ; & enfin quand la plus douce de ses limes ne l'est point encore assez, il la frotte d'huile qui retient les parties du métal à mesure qu'elles se détachent ; par ce moyen les petits creux de l'outil se rempliſſent, de façon que ses pointes en deviennent plus courtes, & sa surface moins rude.

Ce que nous disons des limes, doit s'entendre des meules & autres pierres à aiguiser, qui n'en différent, quant à l'effet du frottement, que par une plus grande dureté.

Les compas, & généralement tous

les instrumens à charniéres, qui doivent rester ouverts ou fermés à différens dégrès, tiennent pour l'ordinaire cette propriété d'un frottement bien égal; & l'on gagne beaucoup de tems dans l'usage qu'on en fait, quand on n'est point obligé de les fixer par d'autres moyens, comme lorsqu'on les arrête avec des vis ou autrement.

On diminue la résistance des frottemens, en enduisant les surfaces de quelque fluide ou de quelque matiére grasse. On frotte de savon les bords d'une boîte dont le couvercle tient trop; on met de l'huile aux charniéres pour en faciliter le jeu; on graisse les moyeux des roues en dedans; ce sont autant de moyens par lesquels on remplit les inégalités les plus grossiéres des surfaces, & qui par conséquent les rendent plus lisses & plus propres à glisser l'une sur l'autre. D'ailleurs les parties de ces fluides ou de ces corps gras interposés, changent l'espece du frottement: ce sont autant de petits globules qui roulent entre les surfaces, qui leur servent de véhicule commun, & qui font en petit ce que nous voyons d'une ma-

III. LEÇON,

niére plus sensible, quand on met des rouleaux sous une pierre, ou sous une poutre pour en faciliter le transport.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

ON laisse les pivots du grand rouleau sur les intersections des 4 petits : & l'on tend le ressort au même dégré que dans l'expérience précédente. On fait d'abord poser la piéce *R* sur l'axe du grand rouleau par une seule surface *s*, & avec son propre poids seulement, & ensuite on la retourne pour faire porter les deux surfaces *t t*, sans augmenter le poids, & l'on compte les vibrations dans l'un & dans l'autre cas.

EFFETS.

Lorsque le frottement se fait par une seule surface, comme dans le premier cas, on compte 40 vibrations ; lorsque la surface qui frotte est double comme dans le second, on n'en compte plus que $29\frac{1}{2}$; toutes choses étant égales d'ailleurs, ainsi qu'on l'a supposé.

EXPLICATIONS. III. LEÇON.

L'INEGALITÉ des surfaces étant la cause premiére des frottemens, il est bien plausible qu'en augmentant l'étendue qui frotte, on doit faire croître aussi le nombre de ces inégalités : s'il se trouve quelque cas où cela n'arrive point sensiblement, ce sera sans doute une exception dûe à la disposition particuliére des superficies ; ou bien lorsqu'on employera une si grande quantité de mouvement que la résistance des frottemens deviendra trop peu considérable pour être mesurée, & par conséquent pour être comparée. Mais comme dans les grandes machines, où les frottemens sont d'une bien plus grande conséquence qu'ailleurs, les piéces ont toujours des surfaces assez rudes, nous croyons qu'on ne doit point négliger la quantité de leur étendûe. On voit cependant par l'expérience précédente, que la résistance des frottemens, quoique dépendante en partie de la grandeur des surfaces, ne la suit pas dans toutes ses proportions Dans l'un des deux cas cités la super-

III. LEÇON.

ficie étant double, les frottemens ne sont point doublés : & il seroit très-difficile, pour ne rien dire de plus, de déterminer le rapport de ces résistances avec une quantité de surface donnée.

APPLICATIONS.

LES frottemens considérés en raison des surfaces, retardent la vîtesse de tous les corps indifféremment ; nous venons de le prouver pour les solides, & l'on peut remarquer tous les jours que la même chose se passe à l'égard des fluides & des liqueurs. Les jets d'eau ne s'élevent jamais à la hauteur à laquelle ils devroient monter, eu égard à leur quantité de mouvement ; & les rivières coulent plus lentement dans le tems des eaux basses.

L'eau qui est amenée par un tuyau & qui rejaillit en l'air, éprouve partout du frottement ; la surface intérieure & immobile du tuyau la retarde d'une part, & quand elle passe dans l'air, elle doit être regardée encore comme dans un autre tuyau : dont la surface ne diffère de l'autre

que par la rareté & par la mobilité de ſes parties.

III. LEÇON.

Quoique la ſurface d'un gros tuyau ſoit plus grande que celle d'un plus étroit, elle eſt cependant moindre relativement à ſa capacité ; car c'eſt une choſe démontrée, que celui qui a 2 pouces de diamétre (nous parlons de tuyaux ronds & cylindriques) contient quatre fois plus d'eau que celui dont le diamétre n'eſt que d'un pouce ; & que la circonférence du premier n'eſt que deux fois auſſi grande que celle du dernier. On voit par-là que dans de pareils tuyaux, le frottement qui vient des ſurfaces, diminue à meſure qu'on augmente la capacité ; puiſque ſi le volume d'eau qui eſt quadruple dans le plus gros étoit contenu dans quatre ſemblables au petit, il répondroit à des ſurfaces dont la ſomme ſeroit double de celle qui le contient. L'expérience eſt tout-à-fait d'accord avec cette théorie ; car plus on diminue la capacité des tuyaux dans les pompes, dans les aqueducs, dans les fontaines, &c. plus on trouve de retardement dans la vîteſſe des eaux.

III. LEÇON.

C'est par la même raison, que les rivières sont plus rapides dans le tems des grandes eaux; les frottemens qu'elles ont à vaincre de la part de leurs lits sont partagés alors à une masse plus considérable, & s'opposent moins par conséquent au mouvement du fluide.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

L'INSTRUMENT étant disposé comme dans l'expérience précédente, il faut que la piéce *R* repose sur l'axe du grand rouleau par la surface *s*, & attacher en *X* le petit poids *Y* qui double la pression.

EFFETS.

DANS ce dernier cas on ne compte que 21 vibrations, quoique le ressort ait été tendu comme dans les épreuves précédentes.

EXPLICATIONS.

LE poids qu'on ajoute augmentant la pression, fait croître aussi le frottement, parce que les parties des

surfaces qui s'engagent mutuellement, s'enfoncent bien plus avant, & résistent davantage au mouvement qui tend à les séparer. On voit par cette derniére expérience, qu'une double pression fait plus qu'une surface augmentée de moitié; car nous avons vû précédemment, qu'en faisant frotter deux surfaces au lieu d'une, le nombre des vibrations n'a été diminué que d'un quart, & nous voyons maintenant en mettant la pression double, qu'il ne se fait plus que 21 vibrations au lieu de 40; ce qui est presque la moitié de diminution.

APPLICATIONS.

DANS les grandes chaleurs les mouvemens d'horlogerie se rallentissent sensiblement; cet accident qui dérange les pendules & les montres, dépend ordinairement de plusieurs causes qui concourent au même effet. Il en est une à laquelle on fait peu d'attention, mais qui mérite cependant d'être comptée comme les autres: c'est le frottement qui augmente par la pression à mesure que les piéces s'échauffent. Car on sçait, &

III. LEÇON.

nous le prouverons quand il en sera tems, que les métaux, ainsi que toutes les autres matiéres augmentent en volume par le chaud, comme ils diminuent de grandeur par le froid ; la même cause dilatant les platines rend les trous plus étroits, & grossit les pivots, de maniére que par ce double effet, le frottement augmente par pression, & le mouvement en est d'autant plus gêné.

Un Tourneur qui façonne un morceau de métal entre deux pointes fixes, est quelquefois surpris de sentir que sa piéce résiste au mouvement de l'archet après avoir tourné librement pendant quelques minutes ; c'est que le frottement augmente par la pression à mesure que le métal s'allonge en s'échauffant : aussi le reméde le plus prompt & le plus en usage, c'est de le mouiller avec un peu d'eau pour le refroidir.

Le service que l'on tire des pinces, des tenailles, & de tout ce qui est analogue à ces instrumens, ne vient encore que d'un frottement augmenté par une forte pression.

Une remarque qu'il est à propos

III. LEÇON.

de faire ici, c'eſt que les machines qui ſont leur effet en petit, ne le font pas toujours quand on vient à les exécuter en grand, quoiqu'on y garde les mêmes proportions : cela vient pour l'ordinaire de ce que les frottemens ne ſuivent point dans leur accroiſſement la proportion des ſurfaces ſeulement, mais plutôt celles des preſſions qui augmentent aſſez ſouvent, comme le poids ou la ſolidité des piéces ; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi dans le modéle on avoit réduit toutes les dimenſions au pouce pour pied, en conſtruiſant en grand, le chevron qui auroit 12 pieds de long, & 6 pouces d'écarriſſage, péſeroit 1728 fois autant que ce qui le répréſente en petit, s'il eſt de même matiére. Cette conſidération qu'on ne peut négliger quand on a des principes, fait quelquefois juger déſavantageuſement d'une machine dont le ſuccès paroît être aſſuré par l'expérience même.

DE tout ce que nous avons dit & prouvé touchant la réſiſtance des milieux & des frottemens, il faut conclure que dans l'état naturel il ne

III. (LEÇON.

peut y avoir aucun mouvement méchanique inaltérable ; 1°. parce qu'un corps ne peut se mouvoir que dans un espace, & qu'il n'y a aucun lieu parfaitement vuide de toute matiére ; 2°, parce qu'un corps, tel qu'il soit, ne peut exercer son mouvement que sur quelque surface, ou bien il faut le suspendre à quelque point fixe, autour duquel il se puisse mouvoir : dans l'un & dans l'autre cas il y a frottement, ou sur le plan, ou au point de suspension, ou dans le milieu même dans lequel il passe. La quantité du mouvement qu'on lui aura imprimée, sera donc nécessairement diminuée par ce double obstacle : ainsi pour se mouvoir perpétuellement, il faudroit qu'il prît à chaque instant de nouvelles forces, pour réparer celles qu'il perd ; ce qui est contraire à la premiere loi du mouvement, qui veut qu'un mobile garde constamment l'état qu'on lui a fait prendre, si cet état n'est changé par une cause nouvelle. De-là il paroît évidemment démontré qu'il ne peut y avoir de mouvement perpétuel méchanique dans l'état naturel, & que ceux qui le

se cherchent avec obstination, & qui multiplient les frais dans cette vûe, perdent leur tems, leurs peines, & leurs dépenses.

Si quelqu'un prend pour perpétuel, le mouvement d'un pendule qui continue ses vibrations égales par le moyen d'un ressort ou d'un poids qu'on remonte au bout d'un tems, ou de toute autre chose équivalente, il n'entend pas l'état de la question; car il s'agit d'un mouvement une fois imprimé, auquel on n'ajoute plus rien par la suite, & qui se suffise à lui-même pour se perpétuer. Le ressort ou le poids par son effort constant, répare sans cesse le dégré de vîtesse perdu dans l'instant précédent, & cette réparation est une addition au mouvement primitif.

Ceux qui s'en laissent imposer par l'inspection d'une machine, ou par une prétendue démonstration géométrique, sur laquelle on s'appuie quelquefois, pour établir la découverte du mouvement perpétuel, sont les dupes de la mauvaise foi ou d'un paralogisme qui ne tiennent guères contre des gens instruits. Le

III. LEÇON.

mouvement perpétuel est la pierre Philosophale de la méchanique; ordinairement ceux qui s'y heurtent, ne sont pas fort initiés dans cette science, de même qu'une recherche obstinée de la quadrature du cercle, ou du grand œuvre, n'annoncent à présent ni un Géométre sublime, ni un habile Chymiste.

Fig. 7.

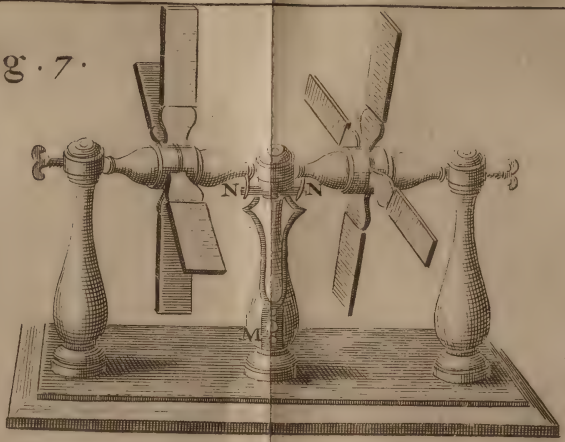


Fig. 8.

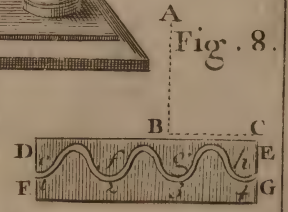
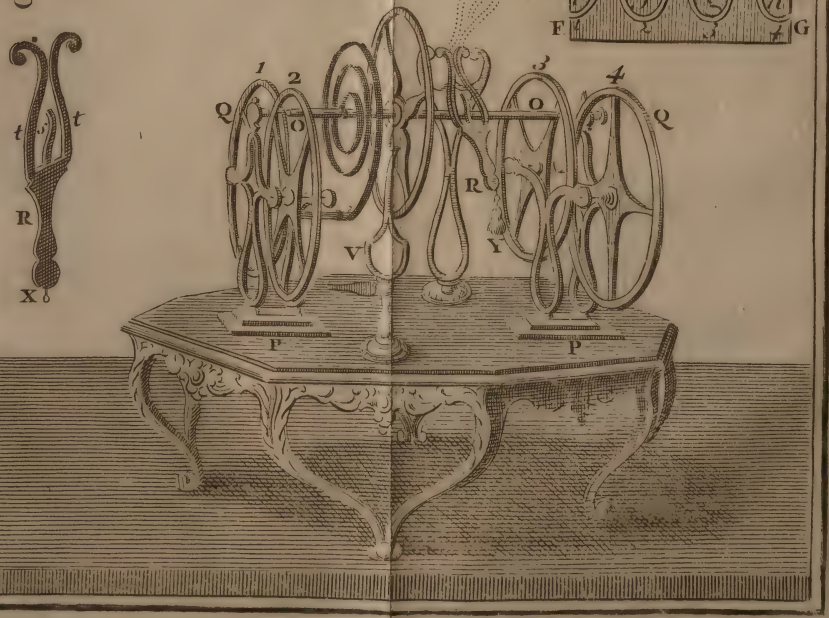


Fig. 9.

Fig. 10.



IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement ſimple.

Des cauſes qui changent la direction du Mouvement.

IV. LEÇON.

APRE's avoir enſeigné dans la derniére ſection de la Leçon précédente, ce qui diminue indiſpenſablement la vîteſſe du mobile, il nous reſte à faire connoître les cauſes qui changent ſa direction, quand il ne garde pas celle qu'il avoit d'abord. Mais pour le faire d'une maniére plus intelligible, nous commencerons par établir la ſeconde & la troiſiéme loi du mouvement ſimple, ſur leſquelles ſont fondées la plûpart des choſes que nous avons à dire touchant cette matiére.

IV. LEÇON.

Seconde Loi du Mouvement simple.

Le changement qui arrive en plus ou en moins au mouvement d'un corps, eſt toujours proportionnel à la cauſe qui le produit.

Dans un mobile dont on ſuppoſe la maſſe conſtante, il n'y a de variables que ſa viteſſe & ſa direction: pour changer l'une ou l'autre, il faut une force poſitive qui n'eſt point dans le mobile avant le changement, & qu'il n'a pas la faculté de ſe donner à lui-même. Cette force, quand elle agit, ne peut produire que ce dont elle eſt capable, ainſi l'on peut juger de ſa valeur par celle de ſon effet. Comme une livre de plomb dans le baſſin d'une balance, n'a ni plus ni moins que le poids d'une livre, on ne doit pas s'attendre que ſon action contre l'autre baſſin excéde, ou vaille moins qu'un pareil poids, ſi la balance eſt juſte; & réciproquement ſi ce dernier baſſin eſt tenu en équilibre, on peut en toute ſûreté conclure que le poids de l'autre part qui en eſt la cauſe, égale une livre.

Troisiéme Loi du Mouvement simple.

La réaction est égale à la compression.

Lorsqu'un corps en mouvement, ou qui tend à se mouvoir, agit sur un autre corps, il le comprime, & ce dernier exerce réciproquement sur lui une compression égale. Quand avec le bout du doigt j'appuie sur un bassin vuide de balance, pour soulever une livre de plomb qui est dans l'autre bassin, c'est la même chose que si je recevois la livre de plomb sur le bout de mon doigt pour la soutenir. Qu'un homme sur le rivage tire son bateau à bord avec une corde, ou qu'il se tienne dans le bateau pour tirer la même corde attachée à un pieu sur le rivage, il s'ensuivra le même effet ; car la résistance ou la réaction du point fixe, égale l'action de celui qui agit contre elle.

Examinons maintenant comment un mobile change de direction, & quelle régle il suit dans ce changement.

Quand un corps en mouvement change de direction, c'est qu'il y est

IV. LEÇON.

forcé par un obſtacle ; car ſelon la premiére loi, il tend de lui-même à perſévérer dans ſon état : mais cet obſtacle peut être une matiére fluide, dans laquelle il s'ouvre un paſſage ; ou bien un corps ſolide qui lui oppoſe toute ſa maſſe à cauſe de la liaiſon de ſes parties. Une pierre jettée dans l'eau nous repréſente le premier cas ; une balle de paume lancée contre la muraille, eſt un exemple du ſecond.

PREMIERE SECTION.

Du changement de Direction occaſionné par la rencontre d'une matiére fluide.

SI le mobile que l'on a déterminé vers un certain point, vient à rencontrer quelque matiére fluide, ou comme telle à ſon égard, il ne fait que paſſer d'un milieu dans un autre ; & ordinairement ces milieux ne ſont point également pénétrables pour lui, ſoit par la différence de leurs denſités, ſoit par quelque autre cauſe

IV. LEÇON.

qu'il n'eſt point tems d'examiner ici. Ce plus ou moins de réſiſtance qu'il éprouve en entrant dans le nouveau milieu, ne manque point de lui faire quitter ſa premiére direction, toutes les fois qu'il entre obliquement ; & ce changement ſe nomme *réfraction*, pour faire entendre que la direction du mobile eſt comme briſée à l'endroit où les deux milieux ſe joignent. Eclairciſſons ceci par une figure, & par quelques exemples.

Suppoſons un grand baſſin plein d'eau dont la coupe ſoit repréſentée par *A B C D*, *Fig.* 1. & une pierre, ou tout autre corps dur *E*, placé dans l'air, & que l'on dirige vers la ſurface de l'eau avec aſſez de vîteſſe pour l'y faire entrer, & l'y faire continuer ſon mouvement.

Pour cet effet, on ne peut diriger cette pierre que de deux maniéres : ſçavoir par la ligne perpendiculaire *P F*, ou bien par une ligne oblique priſe entre *P F*, & *C F*. Car il eſt évident que ſi elle ſuivoit *CF*, ou ſa parallèle, elle n'entreroit jamais dans l'eau, ou (ce qui eſt la même choſe) elle ne changeroit point de milieu.

IV. LEÇON.

Si le corps *E* vient à la surface de l'eau par la ligne *PF*, il continue de se mouvoir par *Fp*, & sa direction ne reçoit aucun changement.

Mais s'il suit une ligne oblique comme *eF*, dès qu'il sera parvenu en *F*, l'eau sera pour lui un milieu *réfringent* : au lieu de continuer son mouvement par *FG*, il prendra une nouvelle direction qui sera entre *FG* & *FA*, telle, par exemple, que *FH*. C'est-à-dire, que la pierre, ou en général le mobile, souffrira réfraction, & que cette réfraction l'éloignera de la perpendiculaire imaginée *Fp*, plus qu'il n'auroit fait, s'il avoit continué de se mouvoir selon sa premiére direction.

La réfraction se feroit en sens contraire, si le mobile passoit d'un milieu plus résistant, dans un autre qui le fût moins, par exemple, s'il sortoit de l'eau pour entrer dans l'air : de façon que s'il avoit décrit la ligne *HF*, il ne continueroit point par *FK*, ni par aucune autre entre *K* & *C*; mais la réfraction qu'il souffriroit en *F*, le détermineroit dans une nouvelle direction entre *K* & *P*, ce qui l'approcheroit

cheroit davantage de la perpendiculaire *P F*.

IV. LEÇON.

Pour ôter toute équivoque sur cette perpendiculaire que l'on prend pour terme de comparaison, lorsqu'on veut exprimer en quel sens se fait la réfraction; il est bon d'observer qu'elle n'a rien de commun avec l'horizon, qu'autant que la surface du milieu réfringent est horizontale, comme il arrive quand c'est un liquide en repos; car c'est toujours de la perpendiculaire à cette surface qu'il s'agit, dans quelque position que puisse être le milieu qui cause la réfraction. Si, par exemple, au lieu d'une eau dormante, telle que nous l'avons supposée, on choisissoit celle d'une cascade, ou d'une riviére qui eût une pente considérable, pour y lancer une pierre; la perpendiculaire à laquelle on rapporteroit la direction de ce corps, tant avant qu'après son entrée dans l'eau, seroit une ligne inclinée à l'horison; elle seroit même horizontale, si la surface réfringente étoit verticale.

La réfraction dépend donc de deux conditions, sans l'une ou l'autre

IV. LEÇON.

desquelles elle n'a plus lieu : la premiére est l'obliquité d'incidence de la part du mobile ; la seconde, qu'il y ait plus de réſiſtance dans un milieu que dans l'autre : prouvons d'abord ceci par des faits, & tâchons enſuite d'en faire connoître la cauſe.

PREMIERE EXPERIENCE.

PRÉPARATION.

La machine qui eſt repréſentée par la *Fig.* 2. porte à deux pieds $\frac{1}{2}$ au-deſſus de ſa baſe un petit canon de cuivre *I*, par lequel on fait tomber une balle de plomb du poids d'une once environ, dans un vaſe de cryſtal *L*, qui a 12 ou 14 pouces de hauteur, & au fond duquel on a étendu un lit de terre glaiſe, ou de cire molle, d'un pouce d'épaiſſeur.

La balle ayant marqué ſa place par cette premiére chûte, on la fait tomber de même une ſeconde fois, après avoir empli d'eau le vaiſſeau *L*.

EFFETS.

On trouve la balle de plomb après

la seconde chûte, dans le même endroit qu'elle avoit marqué en tombant la premiére fois.

EXPLICATIONS.

Il paroît par cette expérience, que la ballè de plomb a toujours conservé sa premiére direction, soit qu'elle fît tout son mouvement dans l'air, soit qu'elle tombât en passant de l'air dans l'eau. Mais par quelle raison se seroit-elle détournée, si les obstacles qu'elle a rencontrés, se sont toujours opposés également de toutes parts; si l'effort de sa pesanteur à qui elle obéissoit, n'a jamais eu à vaincre que des résistances qui cédoient toutes ensemble avec la même facilité, ou qui la retardoient avec des quantités égales? Considérons cette balle dans les différens instans de sa chûte.

1°. Lorsqu'elle est encore entiérement dans l'air, ce fluide qu'on suppose en repos, & d'une densité uniforme autour du mobile, ne fait que retarder sa vîtesse. Mais cette résistance n'influe en rien sur la direction, puisqu'elle agit indifféremment en toutes sortes de sens.

IV. LEÇON.

2°. On peut dire la même chose en considérant la balle dans le tems qu'elle est entiérement plongée dans l'eau? car la difficulté qu'elle trouve à s'ouvrir un passage dans ce liquide, quoique plus grande que dans l'air, ne l'empêche point de tendre au même but, mais seulement d'y arriver avec autant de vîtesse qu'elle en auroit dans un milieu moins résistant.

3°. Enfin, si l'on examine ce qui se fait pendant que la balle passe de l'air dans l'eau, & qu'elle est encore partie dans l'un, & partie dans l'autre de ces deux milieux; on concevra facilement que cette immersion ne doit rien changer à sa premiére direction.

Car lorsque le corps *M*, *Fig.* 3, descend par la ligne *Pp*; toutes les parties de la surface décrivent des parallèles comme *NT*, *nt*; & la résistance du milieu s'exerce sur tout l'hémisphére *N O n*. Quand il commence à se plonger, l'eau résiste directement en *O*; & à mesure qu'il s'enfonce, les parties *OS*, *SR*, *R N*, & leurs correspondantes *O s*, *sr*, *r n*, participent successivement à la résis-

tance du nouveau milieu. Mais comme ces différentes parties forment des plans plus obliques les uns que les autres depuis *O* jusqu'en *N*, de part & d'autre; la réſiſtance de l'eau pendant cette derniére immerſion, augmente par des quantités qui vont toujours en décroiſſant.

Dans tout ceci l'on n'apperçoit aucune cauſe qui doive faire perdre au corps *M*, ſa premiére direction; en conſéquence de ſa figure ſphérique, les obſtacles qui ſe rencontrent en *N*, en *R*, en *S*, &c. ſont juſtement compenſés par les réſiſtances qui s'oppoſent aux parties *n*, *r*, *s*, &c. & cet équilibre maintient toujours le centre *M* dans la ligne *P p*. Cette expérience prouve donc que l'obliquité d'incidence de la part du mobile, eſt abſolument néceſſaire pour la réfraction, puiſque ſans elle il continue ſon mouvement ſuivant ſa premiére direction, quoiqu'il paſſe d'un milieu moins réſiſtant dans un autre milieu qui l'eſt plus.

APPLICATIONS.

Un corps grave que ſon propre

IV. LEÇON.

poids fait tomber dans l'eau, doit se trouver au fond dans un endroit qui réponde perpendiculairement à celui de la surface par lequel il a passé en tombant. Mais 1o. il faut supposer pour cela que le fluide étoit en repos pendant le tems de la chûte. Car on sçait que ce qui tombe dans une riviére ou dans un torrent, est entraîné par le courant de l'eau en même tems qu'il obéit à la force de sa pesanteur. C'est pourquoi les gens qui se noyent dans les eaux qui coulent, ne se trouvent jamais vis-à-vis du lieu où ils ont commencé à disparoître.

2o. La figure du corps qui s'enfonce dans un fluide, contribue beaucoup, ou à lui faire garder, ou à lui faire perdre sa premiére direction indépendamment de la réfraction ; car cette figure peut être telle qu'elle occasionne des inégalités dans la résistance du même fluide. Si, par exemple, au lieu de faire tomber dans l'eau un corps sphérique, tel que celui de notre expérience, on se servoit d'un hémisphére ou de quelque chose semblable, & qu'on le diri-

Fig. 2.

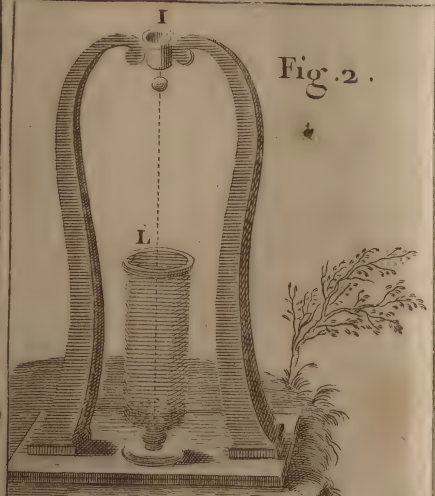


Fig. 3.

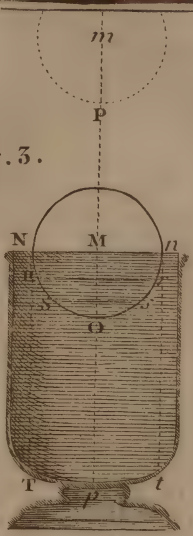
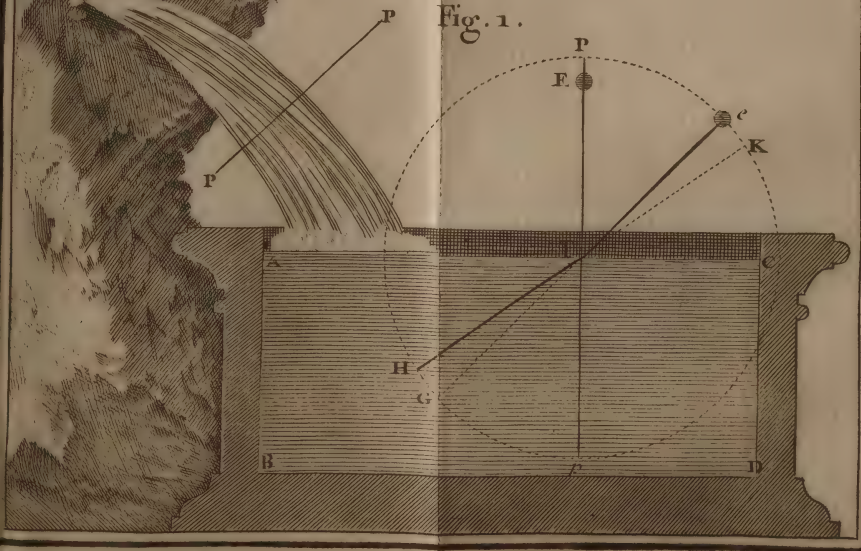
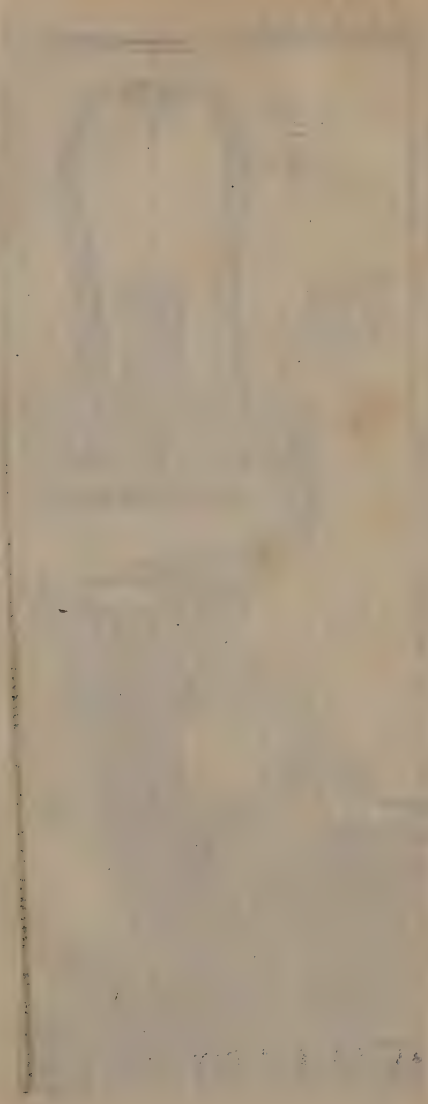


Fig. 1.





geât parallélement à sa partie plane ; il suit de l'explication que nous avons donnée ci-dessus, que ce dernier mobile plus arrêté d'un côté que de l'autre par le fluide qu'il divise, à cause de sa figure, ne garderoit point sa première direction, & qu'il décriroit une ligne courbe, quoique dans un milieu très-uniforme. IV. LEÇON.

C'est une chose qui se trouve bien confirmée par une expérience aussi simple que fréquente. Toutes les fois qu'on jette horizontalement quelque corps tranchant & convexe d'un côté, comme une écaille d'huître, ou toute autre chose équivalente, on ne le voit jamais suivre la direction qu'on lui a donnée ; & si l'on a tourné la convexité en embas, on remarque très-souvent qu'il s'éléve malgré le penchant de son propre poids.

On peut observer aussi que les oiseaux pesants, comme les corbeaux, les pigeons, les pies, &c. quand ils s'abattent après un long vol, ne manquent point de courber leurs aîles & leur queue, pour se donner une figure convexe en-dessous ; ce

IV. LEÇON.

qui les dirige nécessairement dans une courbe fort allongée qui adoucit leur chûte. Ces mêmes oiseaux au contraire se posent d'une maniére pesante, & se heurtent souvent contre la terre, lorsqu'ils sont trop jeunes, parce qu'ils descendent par une ligne moins inclinée à l'horizon, soit qu'ils ne sçachent point encore prendre une figure qui les dirige autrement, soit que leurs plumes encore trop courtes, ou leurs membres trop foibles, ne le leur permettent pas.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

ABC, *Fig.* 4. est un quart de cercle, auquel on a fixé un canon de fusil sur le rayon *AB*, & que l'on a attaché à une muraille, ou à quelque chose d'inébranlable, de maniére cependant qu'il puisse tourner sur le point *B*; à 18 ou 20 pieds de distance, est un baquet ou une baignoire de 4 ou 5 pieds de longueur, pleine d'eau, dont on couvre la surface avec une gaze tendue, ou avec de grandes feuilles de papier. *F* est un

chassis garni de gaze ou de papier, qui a environ 18 pouces de hauteur & 1 pied de largeur. Ce chassis s'éléve perpendiculairement à la surface de l'eau ; & sa basse *DE*, qui est une planche un peu pesante, se place sur les bords du baquet, à une distance suffisante de son extrémité *G*. Il faut avoir soin de revêtir le petit côté *G* du baquet avec une planche de sapin fort épaisse & bien unie, qui le préserve d'accident, & sur laquelle on puisse appercevoir l'impression d'une balle. Enfin, tout étant ainsi disposé, on charge le canon avec de la poudre en suffisante quantité, & avec une balle de plomb, qui soit de calibre, s'il est possible ; on le dirige vers le point *I*, de maniére qu'il fasse avec la surface de l'eau un angle de 30 ou 40 dégrés, & l'on y met le feu avec une petite méche placée en *a*. Voyez *la figure citée*.

EFFETS.

La balle après avoir percé les deux gazes en *I* & en *K*, au lieu de continuer son mouvement dans cette direction pour venir en *L*, va frapper

IV. LEÇON.

la planche de sapin en *H*, par une ligne qui fait angle avec la premiére qu'elle a suivie en venant d'*A* en *K*: ce que l'on apperçoit facilement en faisant écouler l'eau du baquet, & en plaçant l'œil ensuite en *I*; car on remarque que le point *H* est sensiblement au-dessus de sa premiére direction, & que la réfraction qu'elle a soufferte au point *K*, en entrant dans l'eau, l'a éloignée de la perpendiculaire *Pp*, plus qu'elle ne l'auroit été, si elle avoit continué de se mouvoir directement jusqu'en *L*.

EXPLICATIONS.

C'est une suite des Loix du mouvement, qu'un mobile se porte toujours du côté où il trouve moins de résistance; car l'effet étant proportionnel à sa cause, un corps qui rencontre en même tems deux obstacles, doit souffrir davantage de celui qui est le plus fort, & vaincre aussi plus aisément celui qui l'est moins: or vaincre plus aisément un obstacle, c'est le repousser d'une certaine quantité en moins de tems, ou le repousser davantage dans un tems déter-

IV. LEÇON.

miné. Car un obstacle, tel qu'il soit, ne céde jamais sensiblement dans un instant indivisible ; le plus foible est donc celui qui se laisse vaincre dans un tems plus court.

L'air & l'eau dans lesquels la balle de notre expérience a passé successivement, ont fait obstacle l'un après l'autre à son mouvement ; mais tant qu'elle a été entiérement dans l'un ou dans l'autre de ces deux milieux, la résistance ayant été également dispersée à toutes les parties de l'hémisphère antérieur, comme nous l'avons fait voir dans l'explication de la premiére expérience, sa direction n'a point dû changer ; les obstacles, ou les parties résistantes du fluide se faisant équilibre de part & d'autre, elle a dû persévérer constamment dans la ligne *A K*, & ensuite dans la ligne *K H*.

Si l'égalité des obstacles contre toutes les parties de l'hémisphère antérieur *n o p. Fig.* 5. entretient le corps *m* dans sa direction, tant qu'il est dans un seul & même milieu ; il est évident qu'en passant obliquement de l'air dans l'eau, ce même hémisphère pen-

IV. LEÇON.

dant tout le tems de son immersion, rencontre des obstacles plus difficiles à vaincre d'un côté que de l'autre de sa surface. Car, par exemple, le point *R* venant à toucher l'eau, éprouve plus de résistance que le point *Q*, qui ne rencontre encore que de l'air. Ainsi l'équilibre étant rompu entre les obstacles de part & d'autre, le centre *M* se porte du côté des plus foibles, & commence à s'écarter de sa premiére direction *S T*. Mais comme la différence qu'il y a entre la résistance de l'eau & celle de l'air, est principalement fondée sur le tems qu'il faut employer pour repousser l'un ou l'autre de ces deux fluides, cette différence augmente à mesure que la vîtesse du mobile diminue, car si la balle de plomb repoussoit l'air & l'eau avec une vîtesse infinie, leurs résistances étant nulles, ou infiniment petites, il n'y auroit point de différence entre elles.

Le mouvement du corps *M* rallenti de plus en plus par son immersion dans l'eau, doit donc se ressentir de cette différence augmentée entre la résistance qui se fait en la partie *ORP*,

Fig. 3.

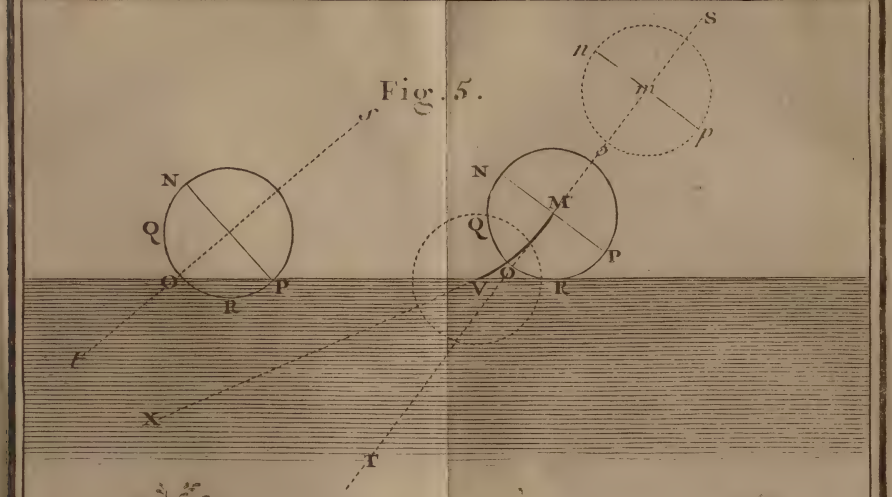
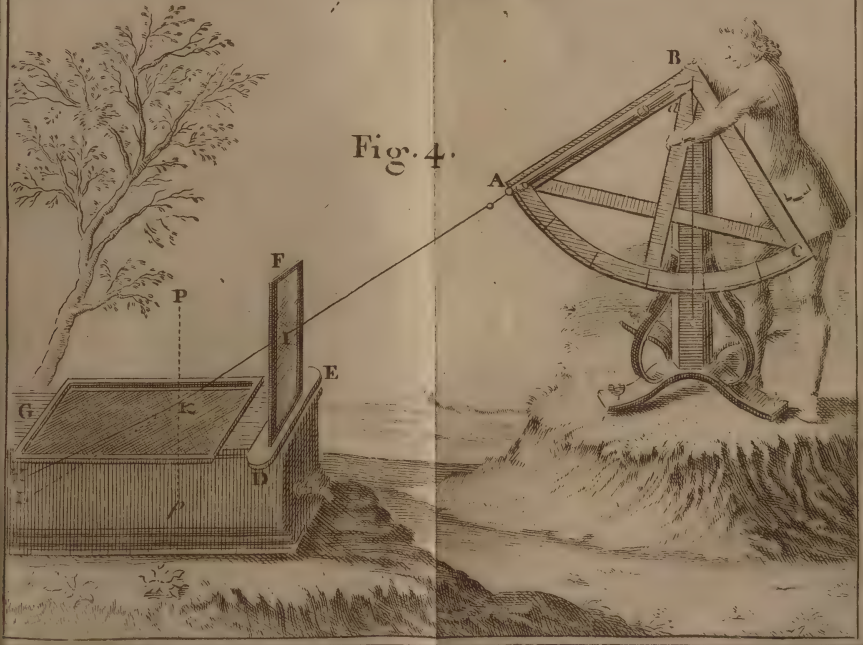


Fig. 4.



& celle qui agit contre *O Q N*. Ainſi le centre *M* doit abandonner de plus en plus ſa premiére direction, & deſcendre par une petite ligne courbe, dont le dernier élément commence la nouvelle direction *VX*, que la balle ſuit après ſon immerſion.

APPLICATIONS.

L'expérience précédente nous conduit naturellement à une remarque qui peut être de quelque utilité à ceux qui veulent tuer du poiſſon à coups de fuſil. Quelque bons tireurs qu'ils puiſſent être, ils manqueroient ſouvent leur proie, s'ils omettoient d'avoir égard à la réfraction que doit ſouffrir le plomb en entrant dans l'eau. Ce que nous avons fait voir ci-deſſus, prouve qu'il faut tirer plus bas que l'objet, puiſque le coup ſe reléve toujours dans l'eau, quand on tire obliquement. A la vérité, comme on ne peut tirer qu'à une petite profondeur, à cauſe de la grande réſiſtance de l'eau, & que la peſanteur du plomb dont la viteſſe eſt affoiblie, détruit une partie de la réfraction en le faiſant baiſſer; comme d'ailleurs

IV. LEÇON.

on doit supposer que l'objet qu'on se propose de toucher, a une certaine étendue; il semble que dans la pratique ce changement de direction qu'éprouve le plomb en entrant dans l'eau, n'est point une chose fort importante par elle-même, & qu'on pourroit la négliger. Mais il faut faire attention que le poisson que nous voulons tirer, ne se voit que par des rayons de lumiére qui viennent de lui à nous, qui passent obliquement de l'eau dans l'air, & qui étant par conséquent dans le cas de la réfraction, ne nous représentent point l'objet dans le vrai lieu où il est. Ajoutez à cela, (& c'est ce qu'il y a de plus nécessaire à remarquer,) que la réfraction de la lumiére se fait en sens contraire de celle des autres corps comme nous le ferons voir en traitant de l'optique; de sorte que le lieu apparent du poisson est plus élevé que son lieu réel: ce qui donne de nouvelles forces à la raison qu'on auroit de tirer plus bas, quand on n'auroit égard qu'à la réfraction du plomb.

Quoique les réfractions s'observen

e plus ordinairement dans des mi-
ieux fluides, on peut dire en général
qu'elles ont lieu dans tous les corps,
même solides, lorsque le mobile qui
es pénétre, y rencontre obliquement
des couches de matiéres plus réfis-
tantes les unes que les autres. Il arrive,
par exemple, très-souvent, lorsqu'on
veut percer une planche avec un
poinçon, ou avec une aiguille mince
& flexible, que le fer se courbe, &
ne suit point la direction qu'on s'est
efforcé de lui donner; c'est que la
pointe a rencontré obliquement des
parties plus dures les unes que les au-
tres, comme il est aisé d'en remar-
quer dans le sapin, où ces sortes de ré-
fractions se font souvent; car on a de la
peine à y chasser un clou selon son
gré, sur-tout s'il est long & mince.

IV. LEÇON.

La réfraction est susceptible de plus & de moins. Nous avons vu qu'elle est nulle, lorsque la direction du mobile est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent; elle commence avec l'obliquité d'incidence, & elle augmente avec elle, & proportionnellement à elle. Car la balle qui tombe par *ST*, *Fig.* 5. souffre moins

IV. LEÇON

de réfraction, que celle qui est dirigée par *s t*; & si l'on se rappelle ce que nous avons dit pour rendre raison de la réfraction en général, on appercevra facilement, & par l'inspection seule de la figure, que la cause de cet effet augmente à mesure que l'immersion devient plus oblique. Car on voit que plus la direction est inclinée à la surface de l'eau, plus la partie *O Q N* de l'hémisphère antérieur est de tems dans l'air; & par conséquent, plus les résistances qui se font de la part de l'eau en la partie *O R P*, ont l'avantage sur celles qui agissent contre les points correspondans *O Q N*.

Mais dans quelque degré que l'on considére la réfraction, on la trouve toujours proportionnelle à l'incidence du mobile, quand les milieux ne changent point; & l'on en juge en comparant les angles d'incidence *A C P* & *B F D Fig.* 6. avec ceux de réfraction *a C p* & *b F d*, que l'on mesure par les lignes *P A*, *a p*, qui en sont les sinus; car si *P A* est à *a p*, comme 2 est à 3, les deux lignes semblables *D B* & *d b*, qui représentent le

le cas d'une refraction plus grande, sont encore dans le même rapport entre elles. IV. LEÇON.

Nous n'entreprendrons point de prouver ceci par des expériences; la difficulté de diriger des corps graves dans des lignes parfaitement droites & obliques à la direction naturelle de leur pesanteur, ne nous le permet pas. Nous aurons lieu de le faire commodément, en traitant de la lumiére qui n'a pas cet inconvénient.

Nous ajouterons seulement, & nous le prouverons par le fait, que quand l'incidence est parvenue à un certain point d'obliquité, la réfraction se fait hors du milieu réfringent, (ce que l'on nomme alors *réflection*) de maniére, par exemple, qu'une pierre, ou une balle de plomb, au lieu de passer de l'air dans l'eau, comme nous l'avons vû précédemment se relève après avoir touché la surface, & forme avec elle un angle presque semblable à celui qu'elle avoit fait en tombant. Voyez la *Fig.* 7.

IV. LEÇON.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut disposer le quart de cercle de la *Fig.* 4 de maniére que le canon & sa ligne de direction *MN*, *Fig.* 7. fassent avec la surface de l'eau *NP*, un angle d'environ 5 dégrés, & placer à l'autre bout du baquet une planche de bois tendre *S*, qui s'eléve perpendiculairement à la surface de l'eau, & qui se présente de face à la longueur du même baquet; il faut aussi placer à fleur d'eau un chassis de gaze, qui ait environ un pied de longueur. Le canon ayant été chargé comme précédemment, il faut y mettre le feu.

EFFETS.

La balle de plomb étant parvenue en *N*, au lieu d'entrer dans l'eau, & d'y souffrir une réfraction, comme dans la seconde expérience, rejaillit du point de contact, & va frapper la planche en *S*, faisant son angle de réflection *ONS*, à peu près égal à celui de son incidence *MNP*.

EXPLICATIONS.

En expliquant ci-dessus les causes de la réfraction, nous avons fait con-

IV. LEÇON.

noître que la réſiſtance du milieu contre une boule qui ſe meut en ligne droite, s'exerce ſur la moitié de la ſurface ſphérique *N O n*, *Figure* 3. nous avons fait voir auſſi en expliquant la ſeconde expérience, que quand cet hémiſphère vient à toucher en même tems deux milieux dont l'un réſiſte plus que l'autre, le corps entier dont il fait partie, ſe porte davantage du côté du plus foible. De-là il ſuit que cette déviation doit être d'autant plus grande, que les fluides réſiſtans différent plus entre eux, & que le plus foible des deux occupe une plus grande partie de l'hémiſphère *P R O Q N*. *Fig.* 5. La réſiſtance de l'air eſt très-petite, ou dure très-peu en comparaiſon de celle de l'eau, & quand la balle de plomb eſt dirigée par une ligne fort inclinée, comme dans notre expérience, on peut voir par la *Figure* que la partie qui répond à l'air, eſt beaucoup plus grande que celle qui touche l'eau. Ainſi l'excès de réſiſtance de la part de ce dernier milieu, devient comme un point fixe qui refuſe le paſſage au mobile, aſſez long-

IV. LEÇON.

tems pour lui donner lieu de continuer son mouvement dans l'air, qui lui céde très-promptement.

Jusqu'ici l'on voit assez bien pourquoi la balle n'entre point dans l'eau, & par quelle raison elle achéve son mouvement dans l'air, après avoir touché par une direction fort oblique le milieu le plus résistant. Mais il faut convenir que ce que nous avons dit ne suffit pas pour faire entendre ce qui la détermine à remonter de bas en haut, par une autre direction oblique, qui se trouve dans le même plan que celle de son incidence : car de ce qu'elle doit achever son mouvement dans l'air, il ne s'ensuit pas qu'elle soit obligée de s'élever après avoir descendu ; s'il n'y avoit aucune cause pour produire cet effet, il paroît qu'on ne devroit s'attendre qu'à voir glisser ou rouler cette balle sur la surface de l'eau, quand une fois elle y seroit parvenue, & qu'il lui resteroit assez de vîtesse pour rendre l'effet de sa pesanteur insensible. En un mot, tout ce que peut faire la résistance de l'eau, c'est d'interdire le passage au mobile; mais en ne con-

sidérant en elle qu'un obstacle invincible, on ne voit pas qu'elle puisse déterminer à monter, ce qui jusqu'au point de contact est bien déterminé à descendre. Il y a donc quelque chose de plus à considérer, soit dans l'eau qui réfléchit, soit dans la balle qui souffre cette réflection, ou bien dans l'une & dans l'autre, relativement aux circonstances où elles se trouvent dans notre expérience. Mais comme ce qui se passe ici à la rencontre d'une surface fluide dans le cas d'une incidence fort oblique, arrive toujours, quand un mobile tombe sur un plan solide à telle inclinaison que ce soit; nous remettons à en examiner la cause en parlant du mouvement réfléchi dans la section suivante: il nous suffira pour le présent d'avoir fait connoître qu'il y a telle obliquité d'incidence où la surface de l'eau se comporte à l'égard d'une balle de plomb, ou de tout autre corps dur, comme un plan solide & impénétrable.

IV. LEÇON.

APPLICATIONS.

L'expérience que nous venons d'expliquer, doit servir de régle à

IV. LEÇON.

ceux qui tirent dans l'eau. S'ils ne tirent pas de fort près ou d'un lieu élevé, la direction du coup peut devenir trop oblique, & le plomb pourroit bien ne pas entrer dans l'eau. Telle personne qui se croiroit en sûreté sur le rivage opposé, courroit risque d'être blessée : & c'est toujours une précaution fort sage, de ne se point rencontrer dans le plan de la réflection. Dans un combat naval, combien de boulets de canon voit-on se relever ainsi, après avoir touché la mer, & faire par un mouvement réfléchi ce qui sembleroit devoir manquer par leur premiére direction.

Mais sans aller chercher des exemples si terribles, un jeu d'enfans que tout le monde connoît sous le nom de *ricochets*, nous montre la même chose avec moins de danger. Une pierre un peu tranchante par les bords, plus épaisse du milieu, & lancée fort obliquement à la surface de l'eau, se reléve du point de contact par les raisons que nous avons rapportées ; & si elle a reçu une quantité suffisante de mouvement, lors-

que son propre poids la détermine de nouveau dans une incidence oblique, il donne occasion à une nouvelle réflection qui se réitère souvent 5 ou 6 fois de suite. IV. LEÇON.

Des expériences que j'ai répétées avec soin, mais que je n'ai point encore eû occasion de faire assez en grand, pour voir jusqu'à quel point la pratique s'approche de la théorie, m'ont déja fait voir que la surface de l'eau ne commence point à réfléchir sous le même angle, ou à pareille obliquité d'incidence, toutes sortes de corps indifféremment. J'ai remarqué qu'une balle de 6 lignes de diamétre entroit dans l'eau, quand sa direction faisoit un angle de 6 dégrés avec la surface, tandis qu'une plus grosse, à pareille incidence, étoit réfléchie: & je ne doute pas qu'un boulet de canon ne le soit sous un angle beaucoup plus ouvert, & que cela ne varie autant que le diamétre des boulets. Car la résistance de l'eau est d'autant plus grande, que les parties choquées sont en plus grand nombre; quand un mobile sphérique tombe sur sa surface, & vient à la tou-

cher avec un mouvement considérable, on ne doit point croire que ce soit par un seul point, c'est toujours par un segment, & ce segment éprouve d'autant plus de résistance, qu'il fait partie d'une sphére plus grande ; parce qu'ayant plus d'étendue avec moins de convexité, il heurte plus directement, & un plus grand nombre de parties d'eau.

IV. LEÇON.

En général, on peut dire que la déviation occasionnée par la rencontre du nouveau milieu, dépend de la résistance plus ou moins grande qu'il oppose à une partie de l'hémisphère antérieur du boulet : or pour évaluer cette résistance, il faut avoir égard à la densité du milieu réfringent, à la grandeur du mobile, à la vîtesse, & à l'obliquité de son incidence.

Après avoir examiné les changemens qui arrivent à la direction d'un mobile, quand il rencontre un obstacle qu'il peut pénétrer, ou dans lequel il peut continuer son mouvement ; voyons maintenant ce qui arrive à ce même mobile, quand l'obstacle est un corps solide qui lui refuse le passage.

II.

Fig. 6.

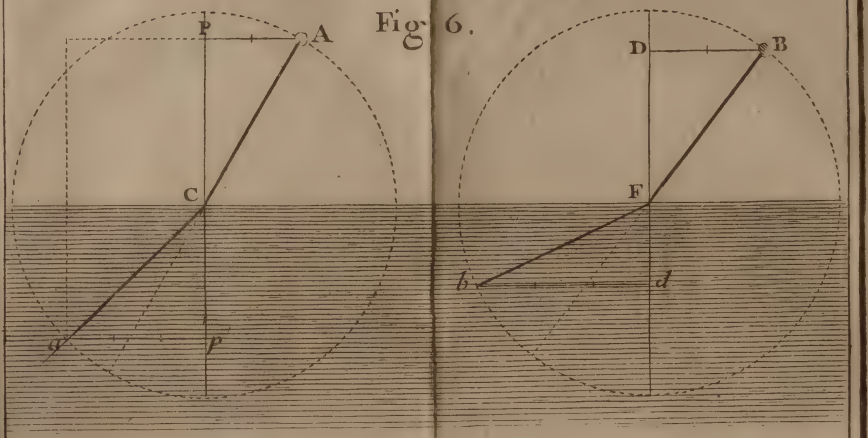
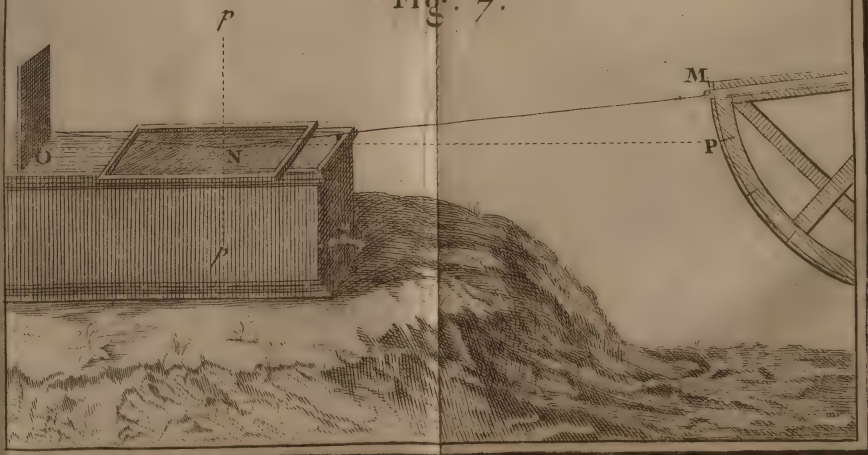


Fig. 7.



II. SECTION.

IV. LEÇON.

Du Mouvement réfléchi.

NOUS avons supposé dans la Section précédente, que ce qui tendoit à changer la direction du mobile, étoit une matiére qu'il pouvoit pénétrer, & dans laquelle il avoit la liberté de continuer son mouvement d'une maniére assez considérable, pour donner lieu d'appercevoir s'il obéissoit à une nouvelle détermination. Maintenant nous supposons un obstacle invincible, une masse inébranlable qu'il ne puisse déplacer, ni entr'ouvrir, pour passer outre. Je dis pour passer outre : car comme il n'y a point de matiére parfaitement dure, & dont les parties ne cédent à une force suffisante ; lorsqu'un corps en choque un autre, quand bien même ce dernier ne pourroit être déplacé à cause de sa grandeur, il se fait toujours un enfoncement à l'endroit du contact ; & si cet enfoncement est tel que le mobile s'introduise dans la masse ;

IV. LEÇON.

comme lorsqu'un boulet de canon s'enterre, ou qu'on tire une balle de mousquet dans du sable, ou dans de la neige accumulée ; alors l'obstacle enfoncé devient un nouveau milieu, & s'il y a réfraction, elle se fait selon les loix que nous avons établies ci-dessus.

L'obstacle, ou le corps choqué ; étant donc tel qu'on le suppose, inébranlable quant à sa masse totale, mais flexible quant à ses parties, il est question de sçavoir comment le mobile sera dirigé après le choc.

Mais avant que de répondre à cette demande, il est à propos d'examiner si le corps qui choque, continuera de se mouvoir ; car s'il devoit rester sans mouvement, en vain chercheroit-on quelle doit être sa direction, & il y a bien des cas où l'obstacle le réduit au repos, sans lui rien rendre de ce qu'il lui a fait perdre.

Pour fixer nos idées, représentons-nous une bille d'acier lancée contre une muraille ; & pour plus de simplicité, regardons le corps choquant comme parfaitement dur, & ne considérons que la flexibilité du corps

choqué. Au premier instant du contact la bille exerce, contre un très-petit espace de la pierre qu'elle rencontre, un effort qui est comme sa masse & sa vîtesse actuelle. Ce petit nombre de parties ainsi comprimées par l'acier, cédent à son mouvement, reculent sur les parties les plus prochaines, & celle-ci sur d'autres; la pierre se condense en cet endroit, & il se fait un petit enfoncement; mais cet effet ne se produit pas avec une vîtesse égale à celle qu'avoit le mobile au moment qu'il a commencé à toucher; car ce qui a été déplacé, a résisté, & toute résistance (quoique vaincue) détruit une partie de la force qui la fait céder: ainsi à la fin du premier instant la bille d'acier se trouve retardée, & son effort au commencement du second instant est moindre qu'il n'étoit d'abord.

IV. LEÇON.

Mais comme les parties choquées pendant le premier instant, ont cédé en arriére, leur introcession, ou enfoncement, a donné lieu à la bille d'acier de toucher la pierre par une plus grande surface. Le mobile perdra donc plus de sa vîtesse pendant le se-

IV. LEÇON.

cond instant que pendant le premier : 1°. parce qu'il aura plus de parties à repousser ; 2°. parce que celles du milieu qui ont été enfoncées précédemment, résistent davantage qu'elles n'ont pû faire pendant le premier instant ; car alors la matiére choquée étoit moins condensée, & le corps choquant avoit plus de mouvement.

On voit par l'examen de ces deux premiers instans, que la bille d'acier en formant un enfoncement dans la pierre, doit diminuer de vîtesse, par des quantités qui vont toujours en augmentant, puisque les parties qui reçoivent son effort, se multiplient à chaque instant, & que se trouvant de plus en plus appuyées par celles de derriére, leur résistance commune croît pour le moins en raison de ces deux causes.

La vîtesse du mobile a beau être retardée uniformément, ou non, cette diminution ne doit point empêcher qu'il ne persévère dans sa premiére direction, tant qu'il lui reste du mouvement : ainsi l'enfoncement qui se fait dans la pierre, n'est achevé que quand la bille cesse de se mou-

voir; & réciproquement on peut conclure qu'elle eſt réduite au repos, quand les parties de la pierre ne cédent plus : de ſorte que s'il ne ſe trouve alors quelque nouvelle cauſe pour rétablir le mouvement dans la bille, comme elle a conſumé entiérement celui qu'elle avoit reçu dans ſa premiére détermination, on ne voit pas qu'elle puiſſe ſe mouvoir davantage, & en effet l'expérience fait voir qu'elle ne ſe meut plus ; car, ſi l'endroit de la muraille qui eſt expoſé au choc eſt de la pierre tendre, ou du plâtre, la bille demeure dans le trou qu'elle a fait, ou bien elle retombe par ſon propre poids, ſi rien ne l'arrête. IV. LEÇON.

Il n'en eſt pas de même ſi le mobile rencontre pour obſtacle une pierre dure, on le voit rejaillir après le choc, & dans un ſens différent de ſa premiére direction : ce mouvement ſe nomme *réfléchi*. Voyons donc quelle en eſt la cauſe, & qu'elles ſont les loix qui le dirigent.

Dans la pierre, comme dans le plâtre, il ſe fait pendant le choc un enfoncement qui ne diffère que du plus au moins. Mais quand l'obſtacle eſt

IV. LEÇON.

élastique, que les parties enfoncées ont la vertu de se rétablir dans le lieu & dans l'ordre où elles étoient avant leur déplacement, il est aisé de voir pourquoi le corps choquant recommence à se mouvoir, & ce qui le détermine dans une direction différente de celle qu'il avoit d'abord : car ces parties enfoncées en se rétablissant, repoussent le mobile devant-elles, & tendent à le diriger comme elles le sont elles-mêmes.

Mais tous les corps élastiques ne le sont pas également, & l'on peut dire qu'on n'en connoît aucun qui le soit parfaitement : nous le supposerons cependant pour rendre notre théorie plus simple, & nous considérerons d'abord le choc direct, c'est-à-dire, celui d'un mobile dirigé perpendiculairement à la surface de l'obstacle.

En supposant que l'obstacle *D E*, *Fig.* 8 est un corps dont l'élasticité est parfaite, le point de contact *A* porté en *B*, par l'effort du mobile *C*, doit revenir de *B* en *A*, avec une vîtesse égale à celle avec laquelle il avoit été déplacé. Le corps *C*, qu'il

chasse devant lui, parcourt en même tems le même chemin; lorsque par cette réaction il est redevenu tangent à la surface *DE*, il se trouve qu'il a pour aller d'*A* en *F*, le même dégré de mouvement qu'il avoit lorsqu'en arrivant d'*F* en *A*, il a commencé l'enfoncement *dBe*. Ainsi l'obstacle dont le ressort seroit parfait, rendroit au mobile, par une réaction complette, tout le mouvement qu'il lui auroit fait perdre dans le tems de la compression. Il s'agit maintenant de régler la direction de ce mouvement réfléchi.

IV. LEÇON.

En expliquant la réfraction, * nous avons fait voir que quand le mobile *M* tombe perpendiculairement sur le milieu réfringent, il ne quitte point la ligne de sa premiere direction, & qu'après comme avant l'immersion, il tend au même terme; parce que toutes les parties de son hémisphère antérieur sont également soutenues par la résistance du fluide, & qu'il n'y a aucune cause qui favorise ou qui rallentisse son mouvement plus d'un côté que de l'autre. Par une raison semblable, si la surface *DE*, *Fig.* 8.

* *Pag.* 263. *Fig.* 3.

IV. LEÇON.

est solide & parfaitement élastique, le mobile qui vient d'F en A, après avoir formé l'enfoncement dBe, sera renvoyé dans la même ligne exactement & vers le point F, parce que les parties correspondantes G, H, obéissent à des réactions parfaitement semblables, dont l'équilibre entretient nécessairement le centre C dans une ligne qui a pour termes A, F.

Nous avons encore prouvé * que dans le cas de l'immersion oblique, le mobile abandonne sa premiére direction, & nous en avons fait voir la cause dans l'inégalité des résistances qui agissent sur les points P, R, O, Q, N, pendant que cet hémisphère se plonge dans le milieu réfringent. Nous avons remarqué aussi que cette déviation du mobile étant causée par des retardemens qui vont toujours en augmentant, jusqu'à ce qu'il soit plongé, le centre M suit une petite courbe MV.

* Pag. 275. Fig. 5.

La même chose arrive, & par des raisons semblables, lorsqu'un corps sphérique tombe obliquement sur un plan solide & à ressort. *Fig.* 9. Les parties enfoncées sont autant de petits

ressorts qui ont été tendus par l'effort du mobile, & qui rallentissent sa vîtesse de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin il ait consumé tout le mouvement qu'il avoit lorsqu'il a commencé à toucher la surface du plan en *I*. De-là vient la petite courbe *i l*, que décrit le centre du mobile; & il est évident que si ce plan enfoncé finissoit au point *L*, la bille s'échapperoit par la ligne *L M*; & son centre par conséquent suivroit la paralléle *l m*.

Mais comme pendant l'enfoncement elle touche le plan par une surface, & non par un point; & que tous les ressorts qu'elle a tendus se déploient successivement, & selon l'ordre dans lequel ils ont été comprimés, il s'ensuit ce double effet: 1°. Elle reprend son premier dégré de mouvement; parce qu'elle est repoussée avec autant de force qu'elle a comprimé. 2°. Elle remonte par une courbe *M P*, *Fig* 10. semblable à celle qu'elle a suivie en faisant son enfoncement; parce que les ressorts qu'elle a tendus se débandent contre sa partie postérieure, & lui donnent une vîtesse qui s'accélère depuis

IV. LEÇON.

M jusqu'en *P*, de même que celle qu'elle avoit d'abord a été retardée depuis *I* jusqu'en *M*. Ainsi comme l'extrémité *I* de la ligne de son incidence a été le commencement de la premiére courbe, celle de la réflection *P Q* est la continuation de la seconde, & de cette maniére l'angle *R M Q* devient égal à *S M T*.

L'égalité des angles d'incidence & de réflection se démontre d'une maniére plus géométrique, en supposant un principe que nous prouverons ci-après, en parlant du mouvement composé, sçavoir, que le mobile qui parcourt la ligne *TM* se comporte comme s'il obéissoit à deux puissances; dont une lui auroit donné la vîtesse nécessaire pour parcourir la ligne *TV*, pendant que l'autre le feroit descendre de la hauteur *TS*. Si, lorsqu'il est parvenu en *M*, une cause quelconque anéantit son mouvement de haut en bas, sans rien diminuer de celui qui le transporte horizontalement; il est évident que dans un tems semblable à celui qu'il a employé pour venir de *T* en *M*, il ira d'*M* en *R*, n'étant plus commandé

que par une seule puissance. Mais au lieu de cette supposition, si lorsque le mobile est en *M*, la puissance qui le commandoit de haut en bas se trouve tout d'un coup convertie en une autre d'égale force, mais qui le sollicite à se mouvoir de bas en haut; il remontera sans doute par *MQ*, avec le même dégré de vîtesse qu'il avoit en descendant par *TM*. Or nous avons vû précédemment comment de ces deux mouvemens dont l'incidence oblique est composée, celui qui est perpendiculaire au plan s'anéantit dans le mobile, & se change, à pareil dégré, en un autre qui est opposé dans la même ligne. IV. LEÇON.

Jusqu'ici nous avons supposé le mobile inflexible, & nous n'avons considéré que le ressort du plan qui réfléchit; mais il est aisé de concevoir que les mêmes effets auroient lieu, si le plan étoit parfaitement dur, & que la bille fût un corps à ressort; car dans le choc elle s'applatiroit, & les parties enfoncées en se rétablissant, s'appuieroient sur le plan, & repousseroient le mobile avec la même vîtesse avec laquelle elles auroient

IV. LEÇON.

été comprimées ; & dans un sens contraire.

A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces deux suppositions ne représentent la nature ; car si l'on ne connoît pas de corps dont le ressort soit parfait, on ne voit pas non plus de corps solides qui en soient entiérement privés. Ainsi toutes les fois qu'il y a réflection, l'on peut dire que le mobile & l'obstacle y ont tous deux parts, selon leur dégré d'élasticité.

Il peut même arriver qu'un troisiéme pressé entre l'un & l'autre dans le tems du choc, entre pour quelque chose dans le mouvement réfléchi, en faisant l'office d'un ressort qui se débande d'une part contre le plan, & de l'autre contre le mobile ; & alors, soit que l'incidence soit directe, soit qu'elle soit oblique, on doit encore en attendre tout ce qui a été énoncé cidessus, lorsque nous n'avons supposé du ressort que dans l'obstacle ou corps choqué.

Il paroît donc que les choses les plus importantes à sçavoir touchant le mouvement réfléchi, peuvent se

Fig. 10.

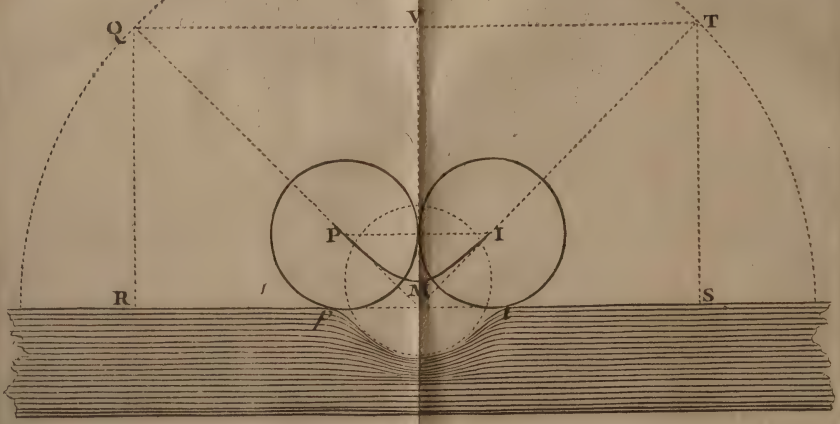


Fig. 8.

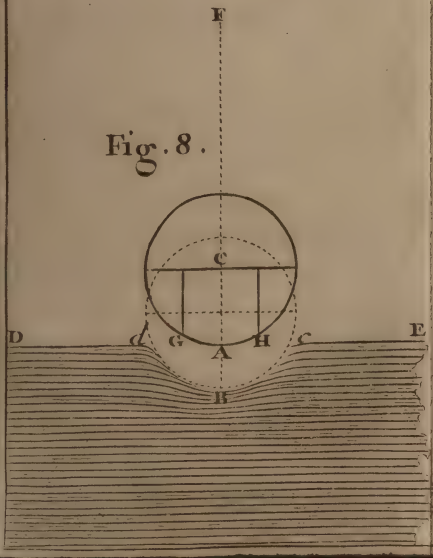
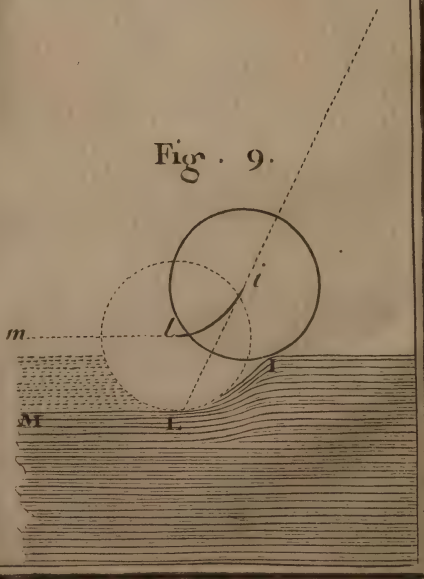


Fig. 9.



réduire à ces deux chefs : 1°. Que le ressort est la cause nécessaire de la réflection ; 2°. Que la direction du mouvement réfléchi est telle que l'angle de réflection est égal à celui de l'incidence du mobile, lorsque la réaction est parfaite.

Quoique ces deux propositions ne puissent se prouver par des expériences rigoureusement exactes, parce que nous ne connoissons aucun corps solide qui ait un ressort parfait, ou qui n'en ait pas du tout, & que d'ailleurs la pesanteur du mobile & la résistance de l'air détruisent une partie des effets ; cependant on peut faire sentir ce qui doit être, en faisant voir par des à-peu-près ce qui est. Nous aurons soin de remarquer ce qui se mêlera d'étranger dans les faits, & le reste nous représentera suffisamment ce que nous venons d'enseigner.

PREMIERE EXPERIENCE.

Preparation.

La machine qui est représentée par la *Fig.* 11. doit être placée de manie-

IV. LEÇON.

re que sa base soit dans un plan horizontal ; *A B* est une cuvette qui a environ un pouce de profondeur ; on la remplit de terre-glaise que l'on a mêlée avec du sable fin, en telle quantité qu'elle soit très-flexible, sans être cependant trop visqueuse. Cette cuvette se peut mouvoir sur un pivot qui est au point *A*, & elle s'arrête à tel dégré d'inclinaison que l'on veut, par le moyen d'une agraffe & d'une vis qui est en *B*. *C* est un petit canon de cuivre fixé à un coulant à ressort, qui glisse dans une rainure à jour pratiquée au bras de la potence, & par lequel on fait passer une balle de plomb calibrée.

EFFETS.

Quand on laisse tomber la balle de plomb par le petit canon *C*, soit qu'elle arrive perpendiculairement à la surface de la cuvette, soit que cette cuvette se présente obliquement à sa chûte, il se fait un enfoncement dans la terre molle, & la balle y perd tout son mouvement.

EXPLICATIONS. IV. LEÇON.

Quand la balle en tombant a commencé à toucher la terre molle, elle avoit une certaine quantité de mouvement; c'eſt aux dépens de ce mouvement, qu'elle a déplacé une portion de la matiére flexible. Elle a donc dû ceſſer de ſe mouvoir quand les parties qu'elle a rencontrées en repos dans ſa direction, ont été portées auſſi loin que l'exigeoit la valeur de ſon effort; & elle n'a pas dû ceſſer plutôt, parce qu'un corps en mouvement ne peut être réduit au repos, que par un obſtacle dont la réſiſtance égale le produit de ſa force.

Que la balle tombe perdendiculairement ſur un plan incliné à l'orizon, comme dans l'une des deux expériences précédentes, ou bien qu'elle vienne par une ligne oblique contre un plan horizontal, comme le repréſente la *Fig.* 12; c'eſt abſolument la même choſe, quant à l'effet qui doit s'enſuivre; & ſi le plan eſt flexible & ſans reſſort, comme nous le ſuppoſons, le mouvement de la balle doit s'y conſumer entiére-

IV. LEÇON.

ment, aussi-bien que dans le cas précedent; car la direction oblique ne change rien à ce que nous avons dit pour la chûte perpendiculaire; elle ne pourroit tout au plus qu'occasionner une petite réfraction que nous négligeons, parce que nous supposons l'enfoncement peu considérable, mais elle n'a rien par elle-même qui puisse remettre le mobile au-dessus du plan qu'il a une fois touché.

APPLICATIONS.

Les corps sans ressort, ou dont l'élasticité est très-foible, sont plus propres que d'autres à rompre les efforts violens, parce qu'ils retardent par dégrés la viteſſe du mobile, & qu'ils le réduisent au repos en cédant de plus en moins. Pour bien entendre ceci, il faut faire attention qu'il n'y a nul mouvement, si prompt qu'il puisse être qui n'emploie un tems fini; ainsi quand le corps *M*, *Fig.* 13. descend par la ligne *DE*, pour faire la place de son hémisphère dans la terre molle, quoiqu'à nos sens cet effet paroisse se passer dans un instant indivisible, il faut pourtant

concevoir

concevoir le tems de cet enfoncement comme partagé en plusieurs instans égaux, pendant lesquels le mobile déploie sa force contre les parties qui cédent. Mais cette force diminue à chaque instant, & elle diminue par des quantités qui croissent beaucoup plus que les tems; car au second instant les résistances sont en plus grand nombre que dans le premier, puisque l'hémisphère plus enfoncé présente une plus grande surface à la terre molle qu'il faut repousser; & les paaties déja comprimées s'opposent davantage à leur déplacement. On peut donc considérer les 3 espaces *D*, *F*, *E*, comme les produits de trois instans égaux, pendant lesquels le corps *M* a consumé toute sa vîtesse en parcourant la ligne *D E*.

IV. LEÇON.

Tous les obstacles qui cédent ainsi, partagent l'effort du mobile, & arrêtent comme en plusieurs fois une puissance qui ne manqueroit pas de les forcer, si toute son action étoit réunie dans un tems plus court. Un tambour résisteroit-il à un seul coup qui égaleroit en force la somme des

IV. LEÇON.

coups de baguettes qu'il reçoit en une heure ? Une planche de chêne arrête-t-elle une balle de mousquet qu'un sac rempli de laine ne manque point d'amortir ?

C'est par une semblable raison qu'on n'est point blessé par la chûte d'un corps dur qu'on reçoit dans sa main, pourvû que la main céde pendant quelques instans, au lieu de se roidir contre. On risqueroit de rompre la corde, quand on arrête un bateau que le courant de la riviére emporte, si l'on ne prenoit la précaution de la filer peu à peu pour vaincre l'effort par dégrés.

IV. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On se sert pour cette expérience de la même machine qui a servi pour la précédente, & qui est représentée par la *Figure* 11. Au lieu de la cuvette pleine de terre molle, on y place une tablette de marbre noir bien polie, & enduite d'une très-légère couche d'huile; & la balle qu'on fait tomber par le petit canon de cuivre, est d'ivoire.

EFFETS.

IV. LEÇON.

Quand on laisse tomber la balle d'ivoire perpendiculairement sur le marbre, après avoir touché le plan, elle remonte par la même ligne qu'elle a suivie en tombant, mais moins haut que le lieu d'où elle est descendue, & l'on remarque sur la tablette une tache ronde qui a environ une ligne de diamétre.

EXPLICATIONS.

Ce que l'on a dit ci-dessus en établissant la question du mouvement réfléchi, suffit pour expliquer le fait que nous venons de rapporter ; la tache qu'on trouve sur le marbre, prouve bien que dans le choc il y a eu compression de parties dans l'un des deux corps, & vraisemblablement dans tous les deux, comme on l'a fait voir en parlant du ressort : * & comme après l'expérience on retrouve les surfaces dans le même état où elles étoient avant le contact, il est indubitable qu'elles se sont rétablies, & nous avons fait voir que ce rétablissement, s'il étoit parfait, se-

* Pag. 229

IV. LEÇON.

roit suffisant pour rendre au mobile dans un sens contraire, tout le mouvement qu'il avoit consumé en suivant sa premiére direction. Si cet effet n'a pas lieu, c'est que la résistance de l'air s'y oppose d'une part, & qu'on a raison de croire que l'ivoire & le marbre ne se rétablissent pas avec la même vîtesse avec laquelle on peut les comprimer.

APPLICATIONS.

Un corps à ressort que l'on a comprimé, & qui a la liberté de se remettre, ne revient à son premier état qu'après un certain nombre de balancemens, qu'on nomme *vibrations*, & qu'il est facile d'appercevoir dans une lame d'acier, dans une corde de clavessin, dans une branche d'arbre, &c. que l'on a pliée & qu'on abandonne à elle-même. Ce mouvement qui raméne le corps élastique au-delà du lieu de son repos, vient de ce que la partie comprimée en se rétablissant reprend le même dégré de vîtesse qu'elle a reçu au premier instant du choc, & dans un sens contraire, comme nous l'avons expliqué page

294. Prenons pour exemple une corde de viole ou de claveſſin, *Fig.* 14. tendue entre deux points fixes *G*, *H*, & contre laquelle on fait heurter un corps ſolide avec une quantité de mouvement ſuffiſante pour la mener du point *I* au point *K*. Cette percuſſion allonge la corde; car il eſt évident que la ſomme des deux longueurs *GK* & *HK*, eſt plus grande que *GH*. Si elle eſt libre de ſe remettre, ſon reſſort raménera le point *K* en *I*, & alors elle aura dans la direction *IL* une vîteſſe égale à celle que lui avoit fait prendre la percuſſion pour aller en *K*. Cette vîteſſe doit avoir ſon effet; elle doit tranſporter le point *I* vers *L*, juſqu'à ce que des réſiſtances ſuffiſantes l'ayent fait ceſſer. Mais ſi le milieu de la corde ſe meut ainſi, les parties qui la compoſent de part & d'autre doivent s'allonger, & leur réſiſtance affoiblira de plus en plus ce mouvement; il finira enfin, quand toute la vîteſſe de la réaction ſera conſumée, & l'on voit que ſi la corde en revenant de *K* en *I*, ſe trouve avoir le même dégré de vîteſſe qu'elle avoit reçu par le

IV. LEÇON.

choc pour descendre en *K*, la ligne *IL* doit devenir égale à *IK*. Si les ressorts étoient parfaits, & que leurs vibrations se fissent dans un milieu non résistant, ces sortes de mouvemens seroient perpétuels. Car lorsque la corde, en vertu de sa réaction, est parvenue en *L*, elle a le même dégré de tension qu'elle avoit, lorsqu'elle étoit comprimée au point *K*; & par conséquent elle auroit la force nécessaire pour y retourner à la seconde vibration. On en pourroit dire autant de la troisiéme, & d'une infinité d'autres; mais la réaction n'étant jamais complette par les raisons que nous avons dites, la seconde vibration a moins d'étendue que la premiére, & la troisiéme moins encore que la seconde, & ces diminutions enfin laissent reprendre à la corde son premier état.

J'ai pris une corde pour exemple, afin de rendre cette explication plus sensible; mais on doit concevoir que la même chose arrive à tous les corps élastiques, à la différence près du plus au moins, selon la figure & la roideur de leurs parties. Ainsi la peau

d'un tambour devien alternativement concave & convexe ; & la bille d'ivoire qui est tombée sur un marbre, ne reprend sa figure sphérique, qu'après avoir été quelque tems un ellipsoïde, dont le grand diamétre est de deux fois une, horizontal & vertical. *Fig.* 15. IV. LEÇON.

C'est une chose remarquable, que le même ressort fait toutes ses vibrations isochrones, c'est-à-dire, dans des tems égaux, soit qu'elles soient petites ou grandes : & l'on a occasion d'en voir la preuve, lorsqu'on met en jeu la machine, * avec laquelle nous avons mesuré les frottemens. Car en comparant les vibrations du ressort spiral avec les oscillations d'un pendule à secondes, on remarquera très-facilement que la premiére & la trentiéme se font dans des tems sensiblement égaux. * III. Leçon. *Fig.* 9.

Il faut remarquer encore que les ressorts tendus se rétablissent avec d'autant plus de vîtesse, qu'il a fallu plus de force pour les tendre ; ainsi quand deux lames seroient également élastiques, si l'une des deux est moins flexible que l'autre, elle fera des vi-

IV. LEÇON.

brations qui auront moins d'étendue, mais qui seront plus fréquentes, comme nous le ferons voir en parlant des sons.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On emploie pour cette expérience la machine qui a servi dans la précédente, *Figure* 11. mais au lieu de laisser la tablette de marbre dans sa situation horizontale, on l'incline comme la ligne *AD*, & l'on avance le petit canon *C* dans sa coulisse, de façon qu'il réponde directement au point *E*.

EFFETS.

Si la balle d'ivoire tombe sur la tablette de marbre par la ligne *NE*, elle va par *EF* se loger dans une ouverture pratiquée à la piéce *G*, & dont la largeur est égale à son diamétre ; & l'on peut remarquer à la surface du marbre une tache qui n'est point parfaitement ronde, comme dans l'expérience précédente, mais un peu oblongue, & située de maniére que son grand diamétre se trouve dans le plan de réflexion.

EXPLICATIONS.

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

Nous avons suffisamment expliqué les causes du mouvement réfléchi; & l'expérience fait voir que l'angle de réflexion *AEF*, est presque égal à celui d'incidence *HED*. Je dois donc moins m'arrêter à établir l'égalité de ces angles, qu'à faire connoître pourquoi celui de réflection n'est pas rigoureusement semblable à l'autre dans le fait. Trois causes concourent à le rendre plus petit : 1°. La balle qui choque, & le plan qui la renvoie, n'ont point un ressort parfait; la réaction n'est donc pas complette. 2°. L'air qu'il faut diviser pour passer d'*E* en *F*, retarde un peu la vîtesse du mobile; il est donc plus long-tems en chemin qu'il n'y devroit être, & ce retardement donne lieu au progrès d'une troisiéme cause. Car 3°. la pesanteur agit sur la boule d'ivoire, tant qu'elle parcourt *EF*, & la rappelle de haut en bas. C'est pourquoi au lieu de décrire une droite rigoureuse, elle parvient en *G* par une courbe dont l'extrémité est un

peu plus bas que la direction de son mouvement réfléchi.

IV. LEÇON.

Mais si l'égalité des angles n'a jamais lieu pans l'état naturel, n'entrevoit-on pas à travers ces obstacles, qu'elle n'est pas moins une régle établie dans la nature, & fondée sur des loix généralement reconnues ?

La petite tache oblongue que l'on voit sur le marbre après le contact, est une preuve que la boule qui choque obliquement un obstacle, s'y enfonce par une ligne courbe, comme nous l'avons dit à la page 296, & qu'elle sort de cet enfoncement par une pareille ligne ; ainsi le grand diamétre de la tache oblongue est représentée par la ligne *p i. Fig.* 10.

APPLICATIONS.

Le jeu du billard, & celui de la paume, sont presqu'entiérement fondés sur la régle que nous venons d'établir & de prouver : dans l'un c'est un mobile sphérique, que l'on pousse le plus souvent contre un plan, suivant une direction oblique ou perpendiculaire ; dans l'autre, c'est le plan même qu'on présente au mobi-

Fig. 11.

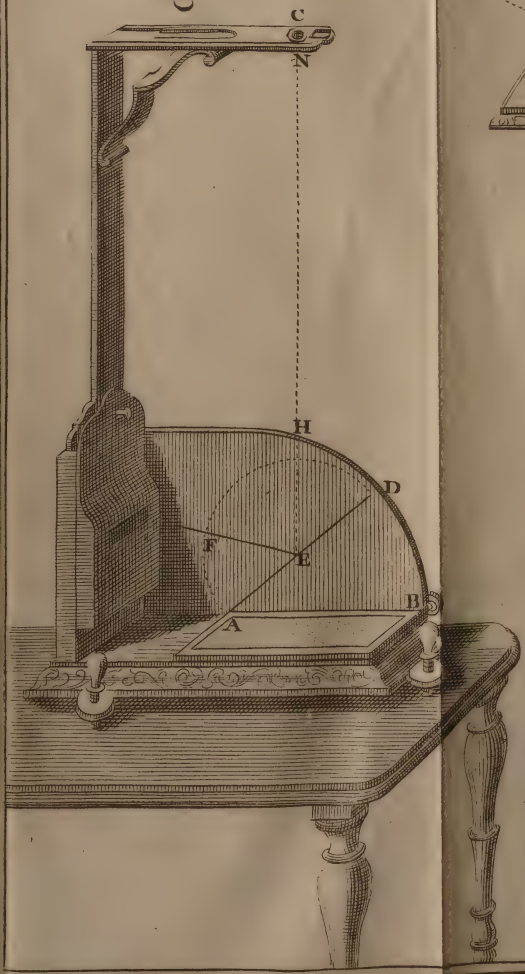
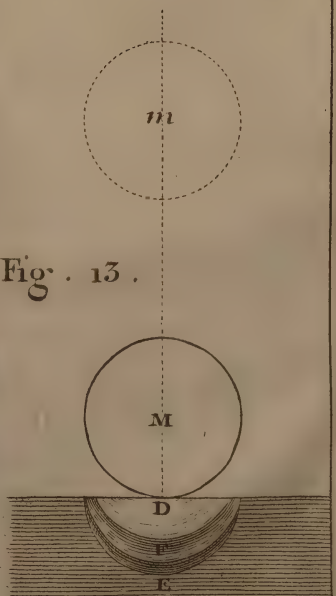


Fig. 12.

Fig. 13.



le, sous différens dégrés d'inclinaison ; & la principale chose consiste à bien estimer le mouvement réfléchi, par l'angle d'incidence. IV. LEÇON.

Lorsqu'un boulet de canon tiré horizontalement vient à toucher terre, il rebondit à plusieurs reprises, & l'on remarque sur le terrein des traces beaucoup plus longues que profondes. C'est que le boulet s'enfonce & se relève comme la bille de notre expérience, en suivant deux courbes qui se joignent au dernier dégré de l'enfoncement, où naît la réflection. Et comme sa vitesse de haut en bas est beaucoup moindre que son mouvement horizontal, il parcourt une très-grande longueur dans le tems qu'il descend à peu de profondeur ; & de-là vient la grande différence qu'on remarque dans ces deux dimensions, lorsqu'on examine les traces dont nous parlons.

IV. LEÇON.

III. SECTION.

De la Communication du Mouvement dans le choc des Corps.

QUOIQUE les obstacles solides qui arrêtent ou qui réfléchissent les corps qui se meuvent, n'aient leurs effets qu'en vertu du mouvement qui leur est communiqué par le mobile, & que cette communication se fasse selon les régles que nous avons à établir dans cette section ; cependant nous avons cru devoir traiter séparément de cette action des corps, considérée dans les cas où la masse choquée laisse appercevoir des marques de la percussion qu'elle souffre, par un déplacement sensible de tout son volume ; c'est-à-dire, qu'après avoir enseigné ce qui arrive à un mobile, tant par rapport à sa vîtesse, que par rapport à sa direction, de la part d'un obstacle inébranlable, ou considéré comme tel, nous allons examiner les changemens dont l'une & l'autre

(la vîteſſe & la direction) ſont ſuſceptibles, quand l'obſtacle eſt déplacé ou peut l'être par le choc. Et pour procéder du plus ſimple au plus compoſé, nous conſidérerons premiérement les effets de la percuſſion dans les corps mols, où la réaction n'a pas lieu, pour paſſer enſuite au choc des corps à reſſort. IV. LEÇON.

Nous ſuppoſons toujours, pour rendre notre théorie plus ſimple & plus facile à ſaiſir : 1°. Que les corps qui ſe choquent, ont un reſſort parfait, ou qu'ils n'en ont point du tout : 2°. Que leur mouvement ſe fait dans un milieu ſans réſiſtance, & ſans frottemens ; de ſorte que la doctrine que nous allons expoſer ſeroit fauſſe, ſi les faits qu'elle annoncera, ſe trouvoient exactement repréſentés par l'expérience, puiſque les empêchemens dont nous faiſons abſtraction, entrent néceſſairement pour quelque choſe dans les réſultats. Ainſi nos preuves ne doivent paſſer pour juſtes, que quand elles paroîtront faire un peu moins que ce qu'on en aura attendu. Si, par exemple, le corps *A*, venant heurter le corps *B*, *Fig.*

IV. LEÇON.

16. faisoit sur lui toute l'impression qu'il peut faire, en vertu du mouvement qu'il a en partant du point *a*; il auroit fait plus, puisqu'il auroit encore vaincu les frottemens, la résistance du milieu, &c. Il n'exercera donc sur le corps *B*, qui est son dernier obstacle, que ce qui lui restera de force après avoir surmonté les autres; & si l'on ne tient pas compte de ce qu'il aura perdu pour vaincre ceux-ci, on ne doit pas s'attendre à un effet complet lorsque le choc se fera en *b*.

Nous ne considérons ici que le choc direct, c'est-à-dire, celui de deux corps dont les centres de gravités se trouvent dans la direction de leurs mouvemens, comme dans la *Fig.* 16. & pour en rendre l'exécution plus facile, nous ferons toutes nos expériences avec des corps sphériques, que nous suspendrons à des fils fort déliés. *Fig.* 20, afin de diminuer autant qu'il est possible les frottemens, & la résistance de l'air: & comme nous aurons souvent besoin de connoître le dégré de vîtesse de ces petits globes, nous les tiendrons suspendus à des

points fixes, autour desquels ils pourront décrire des arcs de cercles qui seront mesurés par des graduations, *Fig.* 21. Ce que nous enseignerons dans la suite touchant la pesanteur, fera connoître comment on peut par la grandeur de ces arcs régler la vîtesse des corps qui les décrivent. C'est un procédé qui a été employé avec succès par plusieurs habiles Physiciens, & sur-tout par M. Mariotte. La machine dont je me sers, & qui est représentée par la *Figure* 17. n'est autre chose que la sienne, dont j'ai étendu les usages, & que j'ai rendue plus commode. IV. LEÇON.

Avant que deux corps se choquent, il y a entre eux un espace qui doit être parcouru, ou par l'un des deux entiérement, ou en partie par l'un, & en partie par l'autre : autrement il n'y auroit point de choc. Cet espace ne peut être parcouru que dans un certain tems, & la durée de ce tems mesure la vîtesse *respective* de ces deux corps ; c'est-à-dire, la vîtesse avec laquelle la distance diminue, soit que l'un des deux reste en repos ; soit qu'ils se meuvent tous

IV. LEÇON.

deux dans le même sens, ou en sens contraires, également, plus ou moins vîte l'un que l'autre : de sorte que si deux corps *A*, *B*, *Fig.* 16. distans de 4 pieds, se joignent en une seconde, la vîtesse respective est la même, soit que *B* seul parcoure l'espace entier, soit qu'il rencontre *A* venant à lui au deuxiéme ou au troisiéme pied, &c. pourvû que le mouvement qui les approche l'un de l'autre, se passe dans une seconde. Il ne faut donc pas confondre cette vîtesse *respective* avec la vîtesse *absolue*, ou propre de chaque mobile ; car on voit par cet exemple, que celle-ci peut varier dans des cas où l'autre ne changeroit point.

La vîtesse respective étant donnée, il faut encore considérer les masses ; car le corps choqué oppose son inertie au corps choquant, & nous avons vu ailleurs que cette espéce de résistance se mesure par la quantité de matiére contenue & liée sous le même volume. Ainsi l'on doit s'attendre que dans le choc une grande masse recevra moins de vîtesse qu'une plus petite ; & que pour faire prendre plus de mouvement à un même corps,

il en faudra donner aussi davantage au mobile qui doit le communiquer, parce que l'inertie résiste non-seulement au mouvement, mais aussi à un plus grand mouvement, comme nous l'avons prouvé ailleurs. IV. LEÇON.

Quand nous avons parlé du mouvement en général, nous nous sommes abstenus d'examiner la nature de cette espéce d'être, ou de modification, parce que ces sortes de questions appartiennent plutôt à la Métaphysique, qu'à la Physique expérimentale. Par la même raison nous ne nous arrêterons pas à discuter de quelle maniére la vîtesse passe d'un corps à l'autre. Nous nous bornerons aux faits qui peuvent être constatés ; & en parcourant les cas les plus généraux, nous établirons par voie d'expérience des propositions qu'on pourra regarder comme des principes ou des loix, auxquelles on pourra rapporter d'autres effets plus détaillés, comme autant de conséquences.

IV. LEÇON.

ARTICLE PREMIER.

Du Choc des Corps non Elastiques.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps en repos est choqué par un autre corps, la vîtesse du corps choquant doit se partager entre les deux selon le rapport des masses.

C'est-à-dire, qu'après le choc, les deux corps continueront de se mouvoir selon la direction du corps choquant ; & que la vîtesse de celui-ci ayant été diminuée par la résistance de l'autre, le restant qui sera commun aux deux, doit être d'autant moindre, que le corps choqué aura plus de masse.

Ainsi le corps en repos ayant été choqué par une masse égale à la sienne, la vîtesse après le choc sera réduite à moitié.

Il restera les deux tiers de la vîtesse si le corps qui choque est double de l'autre.

Si c'est le corps choqué qui est double en masse, la vîtesse après le

choc ne sera que le tiers de ce qu'elle étoit auparavant : mettons ces trois cas en expérience.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La machine qui est représentée par la *Fig.* 17 étant disposée de façon que le fil à plomb soit paralléle à la ligne *A B* ; que les deux fils de suspension *CD*, *E F*, soutiennent dans une même ligne, & à même hauteur, les centres de deux boules de terre molle, qui pésent chacune 2 onces, & de maniére qu'étant en repos leurs surfaces se touchent en un point, que la premiére division de chacune des deux régles mobiles *G*, *H*, soit vis-à-vis de chacun des fils, & qu'enfin le petit curseur ou index *L*, soit placé un peu avant la troisiéme division de la régle *G*, & l'autre index *M*, vis-à-vis la sixiéme de l'autre régle *H*.

EFFETS.

La boule *F* portée en *M*, & abandonnée à son propre poids, va frapper l'autre boule *D* ; l'une & l'autre

IV. LEÇON.

s'applatissent également à l'endroit du contact, & après le choc elles se meuvent toutes deux du même côté, & le fil qui suspend la boule *D*, va toucher l'index *L*.

EXPLICATIONS.

Quand la boule *F* est tombée par un arc de six dégrés, si elle ne trouvoit point d'obstacles, elle remonteroit dans la partie opposée, par un arc semblable. C'est une chose dont on peut s'assurer en ôtant de son chemin la boule *D*, & nous en dirons la raison en expliquant les phénoménes de la pesanteur. Ainsi lorsqu'en venant du point *M*, elle se trouve en *F*; son mouvement alors est tel, qu'il peut élever sa masse de deux onces dans un arc de six dégrés. Mais une force qui peut transporter une masse de deux onces à six dégrés de distance dans un tems donné, ne peut porter qu'à la moitié de cette distance une masse double en pareil tems. Or quand la boule *F* rencontre la boule *D*, qui ne lui permet de passer outre qu'en l'emportant avec elle; c'est une vîtesse de

6 dégrés appliquée à une masse de 4 onces, & l'une & l'autre ensemble doivent cesser de se mouvoir, après avoir parcouru seulement trois dégrés, comme l'expérience le fait voir.

Il se fait dans le tems du choc un applatissement aux deux boules, & dans le cas présent cet applatissement est égal de part & d'autre ; ces deux faits méritent d'être observés & expliqués.

Nous avons déja dit que rien ne se fait avec précision, & par saut, dans la nature ; & que les effets les plus prompts, & qui paroissent instantanés à nos sens, ne sont jamais produits que dans un tems fini, c'est-à-dire, dans un tems dont la durée n'est pas la plus courte qu'on puisse imaginer. Lorsque les deux boules commencent à se toucher, les parties les plus avancées de la boule choquante ont déja perdu une partie de leur vîtesse, pendant que le centre & les parties les plus reculées ont encore toute la leur ; ce n'est donc qu'après quelques instans (fort courts à la vérité) que cette masse rallentie

IV. LEÇON.

prend une vîteſſe également retardée dans toutes ſes parties. Mais ſi les parties d'un corps ſe meuvent plus vîte les unes que les autres, leur poſition relative, ou (ce qui eſt la même choſe) la figure du corps doit être changée. L'applatiſſement de la boule *F* eſt donc un effet & une preuve de ſa vîteſſe retardée ſucceſſivement en pluſieurs tems.

On doit dire la même choſe de la boule choquée: elle ne paſſe pas toute en un même inſtant de ſon état de repos à trois dégrés de vîteſſe; les parties immédiatement expoſées au choc ſe meuvent & plutôt & plus vîte que le centre & l'hémiſphére qui eſt au-delà; & ces déplacemens ſucceſſifs occaſionnent une introceſſion de matiére qui change la figure.

Mais ces applatiſſemens dans l'une & dans l'autre boule, ſont cauſés par l'inertie qui s'oppoſe au changement d'état de chacune d'elles; & cette inertie eſt égale à la maſſe: ainſi dans le choc de deux corps, dont les poids ſont égaux & de même matiére, les applatiſſemens doivent auſſi ſe faire également de part & d'autre.

Fig. 14.

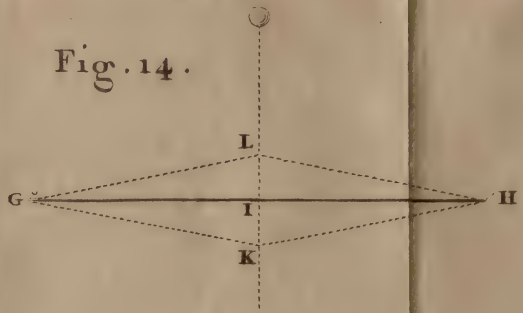


Fig. 15.

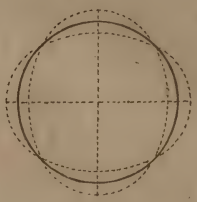


Fig. 16.

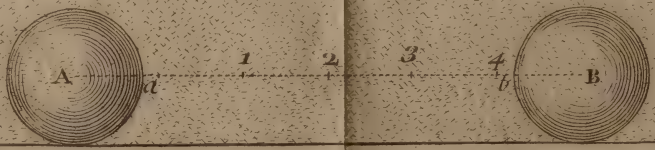


Fig. 18.

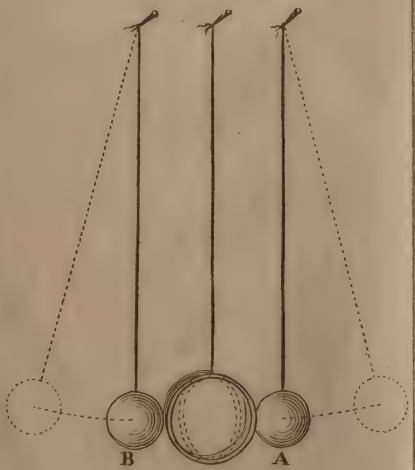
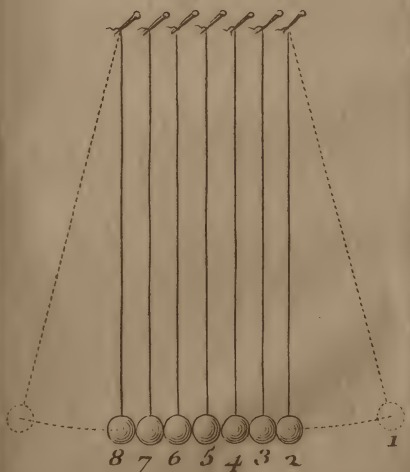


Fig. 19.



II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On fait la boule *D* de 4 onces, la boule *F* de 2 onces : on laisse la premiére en repos, & l'on donne à l'autre 6 dégrés de vîtesse, le reste étant disposé comme dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Après le choc, les deux boules continuant de se toucher parcourent ensemble deux espaces de l'échelle, & l'applatissement de part & d'autre est plus grand que dans le cas précédent.

EXPLICATIONS.

La boule *F* en descendant de 6 espaces reçoit 6 dégrés de vîtesse, c'est-à-dire, qu'elle peut porter son propre poids l'espace de 6 dégrés vers la partie opposée. Mais ce poids étant augmenté de deux tiers en sus par la rencontre de la boule *D*, qu'elle emporte avec elle, sa force ne suffit plus que pour un tiers de l'espace qu'elle auroit parcouru si

rien ne s'étoit opposé à son passage.

IV. LEÇON.

Quant à l'applatissement, il doit être d'autant plus grand, que le corps choqué a résisté plus long-tems à son déplacement; puisque, comme nous l'avons dit, c'est cette résistance qui interrompt l'uniformité de vîtesse dans les parties de chaque boule : or dans le cas présent, la boule *D* résiste une fois plus que n'auroit fait une boule de deux onces. Il y a donc eu lieu à l'enfoncement d'un plus grand nombre de parties.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Dans cette expérience on procéde comme dans les deux autres ; excepté seulement qu'on donne à la boule *D*, qui est en repos, deux onces de masse, & quatre onces à la boule *F* que l'on fait mouvoir avec 6 dégrés de vîtesse.

EFFETS.

Les deux boules unies après le choc parcourent quatre espaces ; & les applatissemens sont moins forts que dans les deux cas précédens.

EXPLICATIONS.

EXPLICATIONS.

IV. LEÇON.

Ce que nous avons dit pour expliquer les deux expériences précédentes, suffit pour rendre raison de celle-ci. Il faut toujours considérer les deux boules après le choc, comme ne faisant qu'une même masse; & l'on doit faire attention aussi, que 6 dégres de force qui pouvoient porter une masse de 4 onces dans un espace de 6 dégrés, n'en peuvent pas transporter une de 6 aussi loin. Si la résistance de 4 onces devoit consumer toute la force après cet espace parcouru; un tiers d'augmentation au poids doit aussi diminuer le tiers de l'espace, & par conséquent au lieu de 6 dégrés qu'auroit parcourus la boule *F* toute seule & sans obstacle, étant jointe à la boule *D* qu'elle a mise en mouvement, elle n'en peut plus parcourir que 4

Mais comme la boule *D*, qui ne pése que deux onces, a moins résisté que lorsqu'elle en pesoit quatre ou trois, elle a moins donné lieu à l'enfoncement de ses parties, & réciproquement elle a moins retardé les par-

IV. LEÇON.

ties antérieures de la boule *F*. Car on conçoit aisément que si elle prenoit tout d'un coup, & dans un instant indivisible, toute la vîtesse qui lui doit être communiquée il n'y auroit aucun applatissement de part ni d'autre, puisqu'elle fuiroit devant la boule *F* dès l'instant du contact, avec une vîtesse égale à celle du corps choquant, ce qui la feroit échapper à son action.

APPLICATIONS.

Puisque dans le choc où l'un des deux corps est en repos, la vîtesse du corps choquant diminue à proportion de la masse du corps choqué, on doit en tirer cette conséquence, que le mouvement, doit être insensible après le choc, si celui qui est en repos, est infiniment plus grand que celui qui vient le frapper; & c'est par cette raison, sans doute, qu'un boulet de canon paroît avoir perdu tout son mouvement, quand on l'a tiré contre un rempart ou contre une grosse tour; car la vîtesse qui lui reste après le coup est à celle qu'il a communiquée, comme sa masse est à cel-

le de l'obstacle qu'il a frappé, c'est-à-dire, comme une quantité infiniment petite à une quantité infiniment grande. IV. LEÇON.

C'est aussi en conséquence de ce principe, que l'on dit, que la plus grosse masse est toujours déplacée, (quoiqu'infiniment peu) par la percussion du plus petit corps. Mais je ne vois pas qu'on soit obligé d'admettre cette proposition comme une suite nécessaire de la loi que nous venons d'établir, à moins qu'on ne suppose le corps choqué absolument inflexible; autrement, s'il est aussi grand qu'on peut l'imaginer, sa résistance sera assez durable pour consumer toute la vîtesse sensible du mobile par l'introcession des paties occasionnée par le choc.

Les expériences que nous venons de rapporter, nous apprennent aussi pourquoi en général tous les corps se rompent, ou perdent plutôt leur figure en heurtant contre des obstacles inébranlables, que lorsqu'ils en rencontrent de mobiles. Une chaloupe se brise contre un rocher, & elle ne périt point par le choc d'une au-

IV. LEÇON.

tre chaloupe qu'elle rencontre en repos. C'eſt que le rocher ne cédant que peu ou point au mouvement de la chaloupe, les parties de celle-ci qui commencent le choc, ont déja perdu toute leur vîteſſe, pendant que les autres ont encore toute la leur. Il ſe fait donc un changement de figure, les piéces ſont contraintes & ſe rompent, ſi le choc eſt aſſez violent, au lieu que ſi le bateau rencontre un corps flottant qui obéiſſe à ſon impulſion, les parties expoſées au choc ne ſont point entiérement arrêtées, & les autres ſont peu-à-peu retardées comme elles.

Les ouvriers qui travaillent du marteau diſent, que le coup porte à faux, quand la matiére qu'ils travaillent lui échappe, ſoit parce qu'elle n'eſt pas ſuffiſamment ſoutenue, ſoit parce que l'inſtrument eſt mal dirigé: & le forgeron ſe plaint avec raiſon d'une enclume trop légère, ou qui eſt placée ſur un plancher peu ſolide; car alors le fer qu'il travaille, cédant avec ſon point d'appui, le coup n'a point tout ſon effet, comme il l'auroit ſi l'enclume

plus ferme tenoit dans un parfait repos le côté du fer qui la touche, pendant que le marteau frappe sur l'autre. IV. LEÇON.

Le jeu du mail a tant du rapport à notre premiére proposition sur le choc des corps, & aux expériences que nous avons employées pour la prouver, qu'il est presqu'inutile d'en faire ici l'application. Pour peu qu'on y fasse attention, on verra bien-tôt sur quoi sont fondées les proportions qu'il faut mettre entre la masse du mail & la boule; comment l'un au moyen d'un long manche, reçoit du joueur une très-grande vîtesse; pourquoi, & dans quel rapport, une partie de cette vîtesse est communiquée à l'autre, &c.

II. PROPOSITION.

Quand deux corps qui se meuvent du même sens avec des vîtesses inégales, viennent à se heurter, soit que leurs masses soient égales, ou non, ils continuent de se mouvoir ensemble & dans leur premiére direction, avec une vîtesse commune, moins grande que celle du corps cho-

quant, mais plus grande que celle du corps choqué, avant la percussion.

IV. LEÇON.

Dès qu'on suppose que les deux corps se meuvent dans le même sens, il faut nécessairement que celui qui précéde aille moins vîte que l'autre pour être choqué : car s'ils alloient tous deux avec des vîtesses égales, il est évident qu'ils ne s'approcheroient point, & par conséquent il n'y auroit point de choc. Quand le corps qui a le plus de vîtesse rencontre celui qui en a moins, la lenteur de l'un fait obstacle à l'autre ; mais cet obstacle est mobile, & il doit partager l'excès de vîtesse du corps choquant, à raison de sa masse, comme on l'a fait voir ci-dessus. Les expériences qui suivent, feront connoître dans quel rapport la vîtesse est retardée dans l'un & accélérée dans l'autre.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut faire les boules *D* & *F* du poids de 2 onces chacune, & les laisser tomber en même tems, l'une par

un arc de 3 dégrés, & l'autre par un arc de 6, pris du même côté.

EFFETS.

Ces deux boules se joignent à l'endroit où leurs fils de suspension se trouvent perpendiculaires à l'horizon : il se fait à l'une & à l'autre un petit applatissement, après quoi elles continuent de se mouvoir ensemble du même côté, & remontent un arc de 4 dégrés $\frac{1}{2}$.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant 6 dégrés de vîtesse propre contre 3, s'est approchée de la boule *D* avec une vîtesse respective, qui étoit 3 excès de 6 sur 3. Nous dirons ailleurs pourquoi lorsque leur mouvement se fait dans des arcs du même cercle, quoiqu'inégaux, les deux boules se choquent précisément à l'endroit le plus bas de leur chûte.

Quant aux enfoncemens des parties qui se touchent dans le choc, ils doivent être proportionnels à la vîtesse respective, qui est moindre que la vîtesse absolue ou propre de

IV. LEÇON.

la boule choquante, dans le cas présent, où la boule choquée qui se meut du même sens, échappe en partie à son effort.

Enfin les deux boules remontent ensemble un arc de 4 dégrés $\frac{1}{2}$; c'est-à dire, que leur vîtesse commune comparée à celle de la boule *F* avant le choc, se trouve diminuée d'un quart; & c'est à quoi l'on devoit s'attendre: car le corps choquant ayant 6 dégrés de vîtesse, & rencontrant un autre corps d'une masse égale à la sienne qui n'en a que 3, doit en perdre autant qu'il faut qu'il en communique à l'autre pour le mettre en état d'aller aussi vîte, que lui: or l'égalité des masses exige qu'il lui en donne 1 & $\frac{1}{2}$, qui est la moitié de 3, différence des deux vîtesses avant le choc: & 1 & $\frac{1}{2}$ ôté de 6 & ajouté à 3, fait qu'il se trouve 4 & $\frac{1}{2}$ dans l'un, & autant dans l'autre.

II. EXPERIENCE.

PREPARATIONS.

Cette expérience se fait comme la premiére, avec cette différence que

que la boule *D* péſe 4 onces, & la boule *F*, 2 onces : les vîteſſes reſtant dans le rapport de 3 à 6.

EFFETS.

Après le choc les deux boules continuent de ſe mouvoir enſemble : les applatiſſemens ſont plus grands que dans l'expérience précédente, & l'arc qu'elles parcourent eſt de 4 dégrés.

EXPLICATIONS.

Tout ce que nous avons dit pour expliquer la premiére expérience, ſuffit pour faire entendre celle-ci, il ne s'agit que d'appliquer les mêmes raiſons en gardant les proportions. L'excès de vîteſſe dans la boule *F* avant le choc étoit 3, qui a dû diminuer des deux tiers par la réſiſtance de la boule *D*, dont la maſſe eſt double : ainſi après le choc il a du ſe trouver 4 dégrés de vîteſſe, puiſque de 6 qui étoient dans le corps choquant, il ne s'en eſt perdu que 2, par l'action qui a rendu la vîteſſe uniforme dans les deux boules.

Les applatiſſemens ont été plus

IV. LEÇON.

grands que dans la premiere expérience ; parce que la réſiſtance du corps choqué a été plus forte ; c'eſt ce que l'on reconnoîtra d'abord, ſi l'on fait attention que la boule *D* étant de 4 onces, a conſumé un tiers de la viteſſe du corps choquant, au lieu qu'étant ſeulement de 2 onces dans le cas précédent, elle n'en a conſumé que le quart.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

On donne à la boule *D* 2 onces de maſſe, à la boule *F* 4 onces, & l'on met les viteſſes dans le rapport de 6 à 3.

EFFETS.

La boule *D*, après le choc, eſt emportée par la boule *F*, de ſorte qu'elles parcourent enſemble un arc de 5 graduations; & les applatiſſemens ſont moindres que dans les deux expériences précédentes.

EXPLICATIONS.

La boule *F* partageant ſon excès

de vîteſſe qui eſt 3, avec une maſſe qui eſt moitié moins grande que la ſienne, en retient les deux tiers; les deux maſſes jointes enſemble après le choc, doivent donc repréſenter 6 dégrés de vîteſſe, moins un, que la réſiſtance du corps choqué a retranché, avant que de prendre un mouvement uniforme à celui du corps choquant.

Les applatiſſemens ont été moins grands que dans les cas précédens, parce que la réſiſtance a été moins forte de la part du corps choqué; car 2 onces de maſſe réſiſtent moins à 4 onces, que 4 à 2, ou 2 à 2; les vîteſſes étant toujours en même rapport.

APPLICATIONS.

Il eſt aiſé de voir par les expériences de la ſeconde propoſition, qu'après le choc de deux corps, dont l'un va plus vîte que l'autre dans la même direction, les vîteſſes propres, pour devenir uniformes, changent, dans l'un de plus en moins, & dans l'autre de moins en plus; puiſque celle du corps *D* a toujours été augmen-

IV. LEÇON.

tée, & que celle du corps *F* au contraire a toujours souffert quelque diminution. C'est ainsi qu'un bateau qui obéit à l'impulsion des rames, reçoit un accroissement de vîtesse, en retardant celle d'un volume d'air agité, dans la direction duquel on le mene; il va moins vîte que le vent: mais son mouvement est toujours plus prompt que s'il n'alloit qu'à force de bras.

Le vol le plus rapide, la course la plus légére, n'empêche pas que le plomb du chasseur ne frappe la piéce de gibier qui fuit devant lui; mais à égale distance le coup est moins sûr que si l'animal étoit posé, ou qu'il vînt en sens contraire: & l'on sçait qu'un liévre, un chevreuil, &c. tiré en flanc, est plus facilement arrêté, que quand il fuit devant le coup. Une des raisons qu'on en peut donner, c'est qu'alors la vîtesse respective du plomb est plus grande, parce que l'animal se meut dans une direction qui ne l'éloigne que peu ou point du chasseur, & qu'à cet égard il est comme fixe. Nous avons vû par les expériences de la premiére proposition

qu'en pareil cas, le choc eſt plus grand.

IV. LEÇON.

III. PROPOSITION.

Si les deux corps qui doivent ſe choquer, ſe meuvent en ſens directement contraires, le mouvement périra dans l'un & dans l'autre, ou au moins dans l'un des deux : s'il en reſte après le choc, les deux corps iront du même ſens ; & la quantité de leur commun mouvement ſera égale à l'excès de l'un des deux avant le choc.

C'eſt-à-dire, que dans le cas où les deux mouvemens ſeroient égaux avant le choc, les deux mobiles ſeroient réduits au repos. Et ſi l'un des deux avant le contact en avoit davantage, il ne reſteroit après la percuſſion que la quantité excédente, qui ſeroit le mouvement commun des deux corps. Deux expériences mettront ceci en évidence.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* peſant 2 onces, & la boule *F* autant, on éleve l'une par

IV. LEÇON.

un arc de 6 dégrés d'une part, & l'autre par un arc semblable du côté opposé; & on les laisse tomber en même tems.

EFFETS.

Ces deux corps se rencontrent au lieu le plus bas de leur chûte où ils demeurent en repos ; & leurs applatissemens sont plus grands que dans les cas où la boule *F* est tombée par un arc semblable contre *D* en repos, ou qui fuyoit devant elle.

EXPLICATIONS.

Dans cette expérience la quantité du mouvement est égale de part & d'autre ; car dans l'une & dans l'autre boule avant le choc, on compte 6 dégrés de vîtesse multipliés par 2 onces de masse. Deux corps qui se rencontrent allant en sens contraires, se font réciproquement résistance; ici de part & d'autre la force ou la puissance est retenue en équilibre par une résistance égale, & cet équilibre fait naître le repos dans les deux mobiles.

Les applatissemens sont plus grands qu'ils n'ont été dans les expériences

des deux premiéres propoſitions ; où nous avons toujours donné 6 dégrés de vîteſſe au corps choquant ; mais il faut faire attention que dans celle-ci la vîteſſe reſpective d'où dépend la force du choc, eſt doublée ou plus que doublée. Car lorſque la boule *D* étoit en repos avant le choc, la vîteſſe reſpective de *F* n'étoit autre choſe que ſa vîteſſe propre, c'eſt-à-dire, 6 ; ou moins que 6, lorſque la boule *D* fuyoit devant elle : ici les deux boules ayant chacune 6 dégrés de vîteſſe propre en allant l'une vers l'autre, la vîteſſe reſpective eſt 12 ; c'eſt-à-dire, que l'eſpace qui les ſépare avant le choc, eſt parcouru en une fois moins de tems.

II. EXPERIENCE.

PRÉPARATION.

On fait mouvoir les deux boules *D* & *F* l'une vers l'autre, comme dans l'expérience précédente, & l'on met leurs quantités de mouvement dans le rapport de 12 à 24, en doublant la maſſe ou la vîteſſe de *F*.

IV. LEÇON.

EFFETS.

Les deux boules, après le choc, continuent de se mouvoir dans la direction d'*F* avec 2 dégrés de vîtesse, si l'on a doublé le mouvement par la masse, ou avec 3, si c'est par la vîtesse.

EXPLICATIONS.

Si les 24 dégrés de mouvement de la boule *F* lui viennent de 4 onces de masse & de 6 dégrés de vîtesse: lorsqu'elle rencontre la boule *D* venant contre elle avec 12 dégrés de mouvement, produit de 2 onces par 6 de vîtesse, elle oppose sa double masse & la moitié de sa vîtesse pour l'arrêter, & cela suffit; car 3 de vîtesse multipliant 4 de masse, égale tout le mouvement de la boule *D* qui est 12; il reste donc à la boule *F* 3 dégrés de vîtesse, avec lesquels elle continue d'agir sur *D*, qu'on doit considérer comme en repos immédiatement après le contact. Mais elle ne peut mouvoir un corps en repos qu'en lui communiquant de la vîtesse aux dépens de la sienne, & nous

avons vû que cette communication se fait en raison des masses ; comme la boule *D* n'a que 2 onces de masse, contre 4, la boule *F* ne perd qu'un tiers de la vîtesse qui lui reste ; ainsi la vîtesse commune après le choc est 2 pour deux masses, qui prises ensemble égalent 6 onces. IV. LEÇON.

On voit donc, 1°. que le mouvement qui reste après le choc, est égal à la différence des deux quantités avant le choc ; car 12 est l'excès de 24 sur 12 : 2°. que cette différence divisée par la somme des masses, donne la vîtesse commune après le choc ; car 12 divisé par 6, somme de 2 & de 4 onces, donne 2 de vîtesse, comme l'expérience l'a représenté.

On trouveroit la même chose, si l'on avoit doublé le mouvement de la boule *F*, en doublant sa vîtesse propre. Car alors pour arrêter la boule *D* qu'on suppose avoir 12 dégrés de mouvement, & égale en masse, elle perdroit 6 dégrés de vîtesse ; & pour l'emporter avec elle, il faudroit qu'elle lui en communiquât encore 3, de 6 qui lui restent. Après le choc, il resteroit donc 3 dégrés de vîtesse

IV. LEÇON.

commune à 4 onces de masses, somme des deux boules, & par conséquent la quantité de mouvement seroit toujours 12, différence de 24 à 12.

APPLICATIONS.

Ces dernières expériences font connoître en général, pourquoi il faut employer plus de force pour repousser un mobile dans un sens contraire à son mouvement, que pour l'arrêter simplement : car non-seulement il faut employer une force équivalente à la sienne, pour vaincre son premier mouvement ; mais il faut encore ajouter toute celle qui est nécessaire, pour lui en faire reprendre un autre. C'est pourquoi l'on fait plus d'effort pour faire rétrograder une boule qui roule sur un plan, que pour la fixer en s'opposant à son passage. Mais nous avons vû en même tems, que l'effort d'un mobile qui vient contre un autre, peut croître, & par la vîtesse, & par la masse. On ne doit donc pas être surpris que les joueurs de paume trouvent quelquefois le battoir ou la raquette trop lé-

gere ; puiſqu'en ſuppoſant le coup frappé avec la même vîteſſe, ſon effet doit être moins grand, ſi la maſſe avec laquelle il eſt porté, eſt plus foible.

COROLLAIRE.

Il ſuit des deux premiéres propoſitions & des expériences qu'on a employées pour les prouver : 1°. Que quand les mouvemens ne ſont point réciproquement oppoſés, les deux maſſes réunies après le choc repréſentent la même quantité de mouvement qui ſubſiſtoit dans l'une d'elles, ou dans toutes les deux avant le contact. Prenons la premiére expérience de la premiére propoſition pour exemple.

Avant le choc, tout le mouvement réſidoit dans la boule *F*, & ſa quantité étoit 12, produit de 6 dégrés de vîteſſe par 2 onces de maſſe. Après le choc, la quantité du mouvement dans les deux boules réunies eſt encore 12, produit de 4 onces de maſſe par 3 de vîteſſe commune. On peut aiſément appliquer ce calcul aux autres expériences, & l'on trouvera toujours la même choſe.

IV. LEÇON.

De cette premiére conséquence, il en naît une autre ; c'eſt que ſi l'on connoît la vîteſſe commune après le choc, on peut connoître quelle eſt la ſomme des maſſes ; & réciproquement la ſomme des maſſes fera connoître la vîteſſe commune. Prenons pour exemple la premiére expérience de la ſeconde propoſition.

La ſomme des mouvemens avant le choc, étoit 18, ſçavoir 12, produit de 2 onces par 6 de vîteſſe ; & 6 produit de 2 onces par 3 de vîteſſe. Selon la premiére conſéquence, après le choc, les deux maſſes doivent repréſenter enſemble une quantité de mouvement qui égale 18. Je ſçais que la maſſe totale eſt 4 onces ; je diviſe 18, quantité du mouvement, par 4, ſomme des maſſes, & j'ai $4\frac{1}{2}$ pour la vîteſſe commune.

De même je ſçais que la vîteſſe commune eſt $4\frac{1}{2}$: je connois que la ſomme des maſſes eſt 4, en diviſant 18 par $4\frac{1}{2}$.

Enfin l'on voit par la troiſiéme propoſition, 1°. que quand les corps ſe heurtent en ſens contraires, il périt une partie du mouvement ; 2°. que

l'on peut juger, comme dans les autres cas, par la vîtesse commune après le choc, & par le rapport des masses, quelles ont été les vîtesses propres avant le choc ; ou bien, quel est le rapport des masses, par la comparaison de la vîtesse commune, avec les vîtesses propres.

ARTICLE II.

Du Choc des Corps à ressort.

DANS toutes les expériences qui ont servi de preuves aux propositions énoncées sur le choc des corps non élastiques, nous avons toujours observé deux effets principaux, sçavoir une communication de mouvement du corps choquant au corps choqué, & un changement de figure ou applatissement à l'un & à l'autre à l'endroit du contact. Ces deux effets ont une cause commune, qui est la percussion ; c'est par cette action que la vîtesse se transmet, & se distribue uniformément entre les deux masses : mais pendant que cette répartition se fait entre les deux corps, leurs figures changent, & l'applatis-

IV. LEÇON.

sement qui en résulte, dépend particuliérement de la résistance plus ou moins longue du corps choqué : c'est pourquoi, quand bien même la viteſſe reſpective ſeroit toujours la même, la grandeur des applatiſſemens varieroit toujours, ſuivant le rapport des maſſes qui ſe choquent, comme on a pu le remarquer par les expériences précédentes.

Dans le choc des corps à reſſort, la nature ſuit toujours les mêmes loix qu'elle s'eſt preſcrites, & que nous avons reconnues dans la percuſſion des corps non élaſtiques : mais comme les parties enfoncées par le choc ſe rétabliſſent avec la même viteſſe qu'elles ont été déplacées, ce dernier effet qui ſe mêle à celui du mouvement communiqué par le choc apporte beaucoup de changement aux réſultats.

Il faudra donc ſoigneuſement diſtinguer deux ſortes de mouvemens dans la percuſſion des corps élaſtiques, l'un qui eſt indépendant du reſſort, & que nous nommerons *mouvement primitif*; l'autre qui naît de la réaction des corps applatis ou com-

primés dans le choc, & que nous appellerons *mouvement de reſſort*, *mouvement réfléchi*, ou ſimplement *réaction*.

PREMIERE PROPOSITION.

Quand un corps à reſſort va frapper un autre corps à reſſort qui eſt en repos, ou qui ſe meut du même ſens que lui ; celui-ci après le choc ſe meut dans la direction du corps qui l'a frappé, & avec une vîteſſe compoſée de celle qui lui a été donnée immédiatement, ou par communication, & de celle qu'il acquiert par ſa réaction après le choc ; & le corps choquant dont le reſſort agit en ſens contraire, perd en tout ou en partie ce qu'il avoit gardé de ſa vîteſſe premiere : & ſi ſon mouvement réfléchi excéde le reſtant de ſa vîteſſe premiére, il rétrograde ſuivant la valeur de cet excès.

Ces expreſſions générales s'entendront mieux, ſi nous en faiſons des applications. Suppoſons donc que les maſſes ſoient égales ; en conſéquence de cette premiére propoſition, je dis qu'après le choc, celui des deux corps qui étoit en repos, recevra tant par communication que par ſa réaction, une quantité de mou-

vement égale à celle qu'avoit l'autre corps avant la percussion ; & que celui-ci sera réduit au repos par son ressort, qui détruira le reste de sa vîtesse primitive.

IV. LEÇON

Si l'on suppose les masses inégales, & que le corps choqué soit le plus petit, tous deux après le choc iront dans la direction du corps choquant; mais celui-ci aura moins de vîtesse que l'autre.

Enfin si le corps choqué a plus de masse que l'autre, il ira seul dans la direction du corps choquant, & celui-ci retournera en arriére.

Réalisons ces trois suppositions par autant d'expériences qui serviront de preuves à notre premiére proposition, & aux conséquences que nous en tirerons. Nous employons des boules d'ivoire bien rondes, que l'on suspend à des fils comme celles de terre molle, & avec la même machine.

PREMIERE EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* en repos, pése 2 onces;

ces; la boule *F* qui est égale, descend par un arc de 6 dégrés.

EFFETS.

Après le choc, la boule *F* demeure en repos à l'endroit du contact, & la boule *D* parcourt un arc de 6 dégrés dans la partie opposée; ce qui fait voir que le corps choqué a reçu une vîtesse égale à celle du corps choquant.

EXPLICATIONS.

La boule *F* ayant rencontré la boule *D* en repos, lui a communiqué la moitié de sa vîtesse, à cause de l'égalité des masses; & elle en a gardé 3 par la même raison, pour continuer de se mouvoir dans la même direction. Tel seroit l'effet total de cette percussion, si les boules n'avoient point de ressort, comme on l'a vû par la premiére expérience de l'article premier. Mais à cause de l'élasticité, la boule *D* comprimée ou applatie, se rétablit en s'appuyant contre la boule *F*; ce qui fait que cette réaction la porte en avant, avec autant de vîtesse qu'elle a été compri-

IV LEÇON.

mée. Or cette vîteſſe eſt la moitié de celle qui a fait rencontrer les deux boules, c'eſt-à-dire, 3 dégrés. Ainſi après le choc la boule *D* ſe meut avec 6 dégrés de vîteſſe ſçavoir 3 qu'elle a reçus par communication, & 3 qui lui viennent de ſa réaction.

La boule *F* a gardé 3 dégrés de ſa vîteſſe primitive ; mais ſa réaction qui eſt égale ſe fait en ſens contraire, & la reduit au repos.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *D* étant de 2 onces, & la boule *F* de 4 onces, on donne à celle-ci 6 dégrés de vîteſſe, l'autre étant en repos.

EFFETS.

Après le choc, la boule *D* parcourt 8 eſpaces dans la direction de la boule *F*, & celle-ci continue de ſe mouvoir du même côté, & parcourt 2 eſpaces.

EXPLICATIONS.

Il faut conſidérer d'abord le mou-

vement communiqué en raison des masses indépendamment du ressort ; & voir ensuite ce que la réaction ajoute à ce premier effet, ou ce qu'elle en diminue. IV. LEÇON.

Si les boules n'étoient point élastiques, F de 4 onces rencontrant D de 2 onces en repos, ne perdroit que 2 dégrés de vîtesse des 6 qu'elle a, & les deux masses s'en iroient du même côté avec un mouvement commun, dont la vîtesse seroit 4, comme nous l'avons vû ci-dessus. * Mais après le choc, il y a réaction réciproque entre les deux boules à cause de leur élasticité ; & cette réaction est égale à 4 dégrés de vîtesse communiquée, qui ont causé la compression. Il faut donc regarder cette réaction, comme une force qui se déploie entre les deux boules pour les repousser de part & d'autre ; elle concourt avec le mouvement communiqué à la boule D, & elle l'augmente de moitié. Elle tend au contraire à détruire celui qui reste à la boule F ; mais il faut faire attention que cette derniére masse est de 4 onces, double de l'autre, & que la

* I. Prop. III. Expe.

IV. LEÇON.

réaction qui peut faire avancer deux onces de 4 espaces n'en peut faire rétrograder que 2 à un poids qui est double : ainsi la boule *F* malgré sa réaction, avance encore 2 graduations après le choc, en vertu de son mouvement primitif.

III. EXPERIENCE.

PREPARATION.

La boule *F* de 2 onces va frapper avec 6 dégrés de vîtesse, la boule *D* en repos qui pése 4 onces.

EFFETS.

Après le choc, la boule *D* parcourt 4 espaces dans la direction de la boule *F*, & celle-ci retourne de deux espaces en arriére.

EXPLICATIONS.

La réſiſtance de la boule *D* contre la boule *F*, a réduit la vîtesse premiére de 6 à deux, en vertu de sa double masse ; mais si les deux dégrés de vîtesse qu'elle a reçus par communication, ont occasionné une réaction de même valeur ; ce qui fait qu'elle par-

court 4 espaces en avant. La même réaction agissant sur *F*, qui ne pése que 2 onces, a dû produire un effet double, c'est-à-dire, qu'en vertu de son ressort, elle parcouroit 4 espaces en arriére ; mais elle gardé 2 dégrés de sa premiére vîtesse : cet effet se réduit donc à moitié, elle n'en parcourt que 2.

APPLICATIONS.

On a pû remarquer par les résultats des trois expériences que nous venons de rapporter en preuves de notre premiere proposition, que le mouvement de réaction double toujours celui que le corps choqué acquiert par communication. Car lorsque la boule *D* en vertu du mouvement primitif de *F* n'auroit dû avoir que 2, 3, ou 4 dégrés de vîtesse ; on a vu qu'elle en avoit 4, 6, ou 8.

On a dû observer encore que cette même réaction qui double le mouvement du corps choqué pour aller en avant, tend avec autant de force à repousser le corps choquant en arriére ; mais que ce dernier effet diminue comme la masse augmente. Car,

IV. LEÇON.

par exemple, lorsqu'en vertu de cette force la boule *D* de 2 onces recevoit 4 dégrés de vîteſſe en avant, la boule *F* de 4 onces n'en recevoit que 2 en arriére.

Ces deux obſervations feront comprendre la raiſon de pluſieurs effets qu'on a tous les jours ſous les yeux, & qu'on auroit peine à expliquer, ſi l'on ignoroit ces principes.

Tous les Artiſtes qui travaillent en chambre ſur des enclumeaux, ou ſur des tas d'acier, comme les Planeurs, Orfévres, Horlogers, &c. ne manquent pas d'amortir les coups par un rouleau de nattes, ou choſes équivalentes, ſur quoi ils établiſſent le billot qui porte l'inſtrument. Sans cette précaution, une grande partie de la force imprimée par le marteau, ſeroit tranſmiſe au plancher, & cauſeroit des ébranlemens préjudiciables à la charpente.

C'eſt par de ſemblables raiſons, que l'on conſtruit de briques les remparts des places fortifiées: ſi on les faiſoit de grais ou de quelqu'autre pierre dure, les coups de canon venant à frapper ces corps élaſtiques,

transmettroient leur mouvement à une plus grande profondeur, & causeroient plus de dommage.

Les effets qui résultent de la réaction réciproque de deux corps élastiques qui sont comprimés par le choc, seroient les mêmes, si ces deux corps, abstraction faite de leur ressort, avoient pressé entre eux une troisiéme matiére capable de se rétablir ; comme si, par exemple, un anneau d'acier *Fig.* 18. étoit frappé de part & d'autre, en même tems par deux boules *A* & *B*, suspendues à des fils ; cet anneau comprimé par le double choc, repousseroit en se rétablissant, les deux corps qui l'auroient choqué à des distances proportionnelles à leurs masses ; c'est-à-dire, également loin, s'ils étoient égaux, ou plus loin celui des deux qui seroit le moins pesant.

On doit encore attendre la même chose d'un corps dont le ressort antérieurement tendu viendroit à se débander entre deux mobiles ; comme si l'anneau d'acier dont nous venons de parler, comprimé par un fil diamétral, venoit à se détendre contre

IV. LEÇON.

les deux corps *A* & *B*: ils seroient tous les deux repoussés en sens contraires, & à des distances qui seroient en raison réciproque des poids.

Ces effets, qui sont des conséquences de notre premiere proposition, doivent servir à expliquer le recul des armes à feu, celui des fusées, &c. Car on doit regarder la poudre qui s'allume entre la culasse, & la balle ou le boulet, comme un ressort qui se déploie de part & d'autre; son action produit dans les deux mobiles une vîtesse qui est d'autant plus grande dans l'un des deux, que sa masse est plus petite relativement à l'autre. Ainsi comme le canon, le mousquet, &c. (sur-tout, si l'on fait attention aux obstacles qui les retiennent,) sont beaucoup plus difficiles à mouvoir que le boulet ou la balle qui fait la charge; on conçoit aisément pourquoi ce dernier mobile reçoit de la poudre enflammée une vîtesse incomparablement plus grande.

Une autre raison contribue encore à augmenter la vîtesse de la balle, c'est une certaine longueur au canon, qui donne le tems à la poudre de s'allumer

lumer, & de déployer toute son action; s'il est trop court, le plomb est déja sorti avant que l'explosion soit entiérement faite: c'est une des raisons pour lesquelles les pistolets ne portent jamais aussi loin que les fusils; & l'on fait le canon de ceux ci plus long qu'à l'ordinaire, quand on les destine à tirer de fort loin. Mais cette longueur a ses bornes, & quand on les excéde, au lieu de procurer à la balle une plus grande vîtesse, on lui fait perdre au contraire, par un frottement inutile, une partie de celle qu'elle auroit, si le canon avoit une meilleure proportion. IV. LEÇON.

Quant au recul, on peut dire en général, qu'en supposant la quantité & la qualité de la poudre égale, un fusil repousse d'autant plus, que la charge de plomb fait plus de résistance, soit par son inertie, soit par la bourre qui le retient.

Une fusée s'éléve, parce que sa partie inférieure qui s'enflamme, fait l'office d'un ressort qui agit d'une part contre le corps de la fusée, & de l'autre contre un volume d'air qui ne céde pas aussi vîte qu'il est frap-

IV. LEÇON.

pé ; & comme ce reſſort ſe renouvelle continuellement, par l'inflammation ſucceſſive de toutes les parties de la fuſée, il en accélère le mouvement par deux raiſons : 1°. parce que tenant au mobile même, il ajoûte toujours à ſa vîteſſe ; 2°. parce que le poids ou la réſiſtance de ce mobile diminue à chaque inſtant, par la diſſipation des parties qui brûlent.

On pourroit demander ici, pourquoi ſur le tapis d'un billard, lorſqu'une bille eſt pouſſée contre une autre en repos, il n'arrive pas la même choſe que dans la premiére expérience, qui paroît être le même cas? Pourquoi, les billes étant égales, celle qui choque continue-t-elle preſque toujours de ſe mouvoir ? ne devroit-elle pas reſter ſans mouvement après le choc, comme il arrive à la boule *F*, lorſqu'elle rencontre *D* en repos ?

Quoique ces deux cas paroiſſent ſemblables, ils différent cependant entr'eux en ce que la boule *F* de notre premiére expérience n'a qu'un mouvement ſimple & direct, au lieu

que la bille qu'on lui compare en a deux : car non seulement son centre est porté en ligne droite, mais en même temps elle roule sur le billard, & toutes les parties de sa surface décrivent des cercles paralléles autour de son axe. Lorsqu'elle rencontre une bille en repos, le mouvement direct de sa masse totale est arrêté, par les raisons que nous avons rapportées ; mais celui de ses parties autour de l'axe commun subsiste ; de sorte que dans l'instant du choc, si le billard ne la touchoit plus, & qu'elle fût soutenue par ses pôles, on la verroit tourner sans avancer ni reculer ; mais si ce mouvement de rotation se fait sur un plan, il faut de nécessité qu'il porte la bille en avant ; c'est une chose qui se conçoit aisément.

II. PROPOSITION.

Si deux corps élastiques égaux ou inégaux en masse, viennent se heurter avec des vîtesses propres qui soient égales ou inégales, après le choc ils se séparent, & leur vîtesse respective est la même qu'avant le choc.

Car si ces deux corps étoient sans

IV. LEÇON.

ressort, ou ils s'arrêteroient réciproquement, ou l'un des deux emporteroit l'autre, comme on l'a vû par les expériences du premier article. S'ils se séparent, c'est donc uniquement en vertu de leur réaction ; mais nous avons vu aussi que cette réaction est égale à la compression, qui est comme la vîtesse respective avant le choc : celle qui en résulte après le choc doit donc être semblable, & c'est ce que l'expérience confirme.

PREMIERE EXPERIENCE.

Preparation.

La boule *D* pesant 2 onces, & la boule *F* autant, on les fait tomber l'une contre l'autre par des arcs de 6 dégrés chacun. C'est le cas où les masses & les vîtesses propres sont égales.

Effets.

Après le choc, les deux boules se séparent, & remontent chacune de son côté par un arc de 6 degrés ; ainsi les vîtesses propres sont de 6 degrés, & la vîtesse respective de 12, comme avant le choc.

EXPLICATIONS.

Les deux boules en s'entrechoquant à forces égales, ont perdu tout leur mouvement primitif : mais la réaction égale à la force avec laquelle elles se sont comprimées, ou (ce qui est la même chose) à leur vîtesse respective, les a remises en état de remonter les 6 espaces qu'elles avoient parcourus en descendant.

II. EXPERIENCE.

PREPARATION.

Il faut donner à la boule *D*, 4 onces de masse, & à la boule *F*, 2 onces, & les faire tomber l'une contre l'autre, la premiere par un arc de 4 dégrés, & la seconde par un arc de 8 ; c'est un des cas où il y a inégalité de masses, & de vîtesses propres, quoique la vîtesse respective soit encore 12.

EFFETS.

Les deux boules après s'être heurtées, retournent à l'endroit d'où elles

IV. LEÇON.

sont parties avant le choc, ce qui fait voir que la vîteſſe reſpective eſt la même que devant.

EXPLICATIONS.

Si les boules *D* & *F*, de cette expérience, n'avoient point de reſſort, elles s'arrêteroient réciproquement, parce que leurs forces ſont égales; car 4 onces de maſſe multipliées par 4 dégrés de vîteſſe, donnent 16 pour la quantité du mouvement, ce qui eſt égal à 8 dégrés de vîteſſe, multipliés par 2 onces de maſſe. Mais ces deux boules ſont élaſtiques, & leur compreſſion eſt l'effet d'une vîteſſe reſpective de 12 dégrés; la réaction eſt donc une pareille vîteſſe appliquée d'une part à une boule de 2 onces, & de l'autre à une boule de 4 onces; mais la force qui peut tranſporter 2 onces au 8e dégré, n'en peut faire parcourir que 4 à une maſſe de 4 onces, pendant le même tems. Ainſi les deux boules après le choc ont dû revenir aux endroits d'où elles étoient parties, comme l'expérience l'a repréſenté.

APPLICATIONS.

IV. LEÇON.

Ce que nous avons enſeigné touchant le choc de deux corps à reſſort, a lieu auſſi, quoiqu'il y en ait un plus grand nombre contigus les uns aux autres, & ces effets s'éxécutent avec une promptitude admirable. Si l'on ſuſpend, par exemple, 7 ou 8 boules d'ivoire, de maniére qu'elles ayent leurs centres dans une même ligne, comme le repréſente la *Fig.* 19, & que l'on faſſe tomber la premiére par un arc de cercle contre la ſeconde, la huitiéme ſe ſéparera des autres avec une vîteſſe ſemblable à celle qu'auroit eu la ſeconde après le choc, ſi rien ne s'étoit oppoſé à ſon paſſage; & ſi l'on en fait tomber deux enſemble contre la troiſiéme, les deux derniéres ſe ſépareront des autres qui demeureront toutes en repos.

De même auſſi, que l'on faſſe tomber la huitiéme contre la ſeptiéme d'une part, & de l'autre la premiére contre la ſeconde; ces deux boules choquantes, remonteront après le choc par les mêmes arcs qu'elles auront parcourus en deſcendant, com-

IV. LEÇON.

me si leur percussion avoit été immédiate.

Pour expliquer ces effets, il faut se souvenir de ce que nous avons dit à la page 311, qu'une boule à ressort dans l'instant du choc, prend une figure ovale, par laquelle non-seulement la partie choquée est rapprochée du centre, mais encore celle qui lui est diamétralement opposée. Ces deux parties se rétablissent aussitôt, & avec des vîtesses égales à celle avec laquelle s'est faite leur compression. On conçoit donc que la seconde boule frappée par la premiére, se sépare d'abord un peu de la troisiéme, & qu'ayant pris, tant par communication que par réaction, une vîtesse égale à celle du corps qui l'a heurtée, comme nous l'avons expliqué dans la premiére expérience de la premiére proposition, elle fait sur la boule suivante ce que la premiére a fait sur elle. La même chose se fait de la troisiéme à la quatriéme, & ainsi de suite jusqu'à la derniére, qui n'étant retenue par rien, obéit à l'impulsion qu'elle reçoit, & décrit un arc qui exprime une vîtesse semblable

à celle du premier corps choquant.

Ces exemples de mouvemens communiqués par des corps élastiques & contigus, pourront nous servir dans la suite, pour appuyer quelques opinions, (vraisemblables d'ailleurs) touchant certains phénoménes sur l'explication desquels les Physiciens sont encore partagés. Nous nous contentons pour le présent d'établir ces principes d'expériences, que nous rappellerons, & dont nous ferons usage à mesure que l'ordre des matiéres le permettra. IV. LEÇON.

COROLLAIRE.

On a pû remarquer par les expériences que nous venons de rapporter, que quand les corps à ressort se choquent de maniére qu'ils aillent dans la même direction, ou que l'un des deux reste en repos après le choc, la somme des mouvemens est la même après comme avant la percussion; car immédiatement avant le choc de la premiére expérience, tout le mouvement réside dans la boule *F*, & sa quantité est 12, sçavoir 6 de vîtesse multiplié par 2 de masse; & après

IV. LEÇON.

le choc pareille quantité se retrouve dans la boule *D* qui se meut seule.

Mais si l'un des deux retourne en arriére, la quantité du mouvement se trouve plus grande après qu'avant le choc, comme il paroît par le résultat de la troisiéme expérience ; car avant que la boule *F* rencontre la boule *D* en repos, sa quantité de mouvement est 12 : sçavoir 6 de vîtesse multipliée par 2 onces. Et après la percussion, la somme des mouvemens est 20 ; sçavoir dans la boule *D*, 16, produit de 4 onces par 4 dégrés de vîtesse, & dans la boule *F*, 4, produit de 2 onces par 2 de vîtesse.

Non-seulement la somme des mouvemens est plus grande après le choc ; mais celui du corps choqué excéde même en quantité celui du corps choquant, avant le contact. Car dans la boule *F* avant le choc, le mouvement étoit 12, & après la percussion, il est 16 dans la boule *D*, comme nous venons de le remarquer.

Cet excès ou cette différence de mouvement dans le corps choqué, égale précisément la quantité de celui qui rétrograde après le choc ; c'est-ce

qu'on appercevra d'abord, si l'on fait attention que la quantité du mouvement dans la boule *F* qui retourne en arriére, est 4, différence de 16 à 12.

Ainsi les masses étant connues, si l'on sçait la vîtesse de celle qui rétrograde après le choc, on peut sçavoir la quantité du mouvement de l'autre, & quelle a été la somme du mouvement primitif.

Nous ne devons pas quitter cette matiére sans avertir, qu'on ne doit point estimer l'impulsion des fluides, selon les régles que nous avons établies touchant le choc des corps solides; ceux-ci ayant leurs parties liées agissent selon toute leur masse, mais il n'en est pas de même de l'action des autres: à cause de la mobilité respective de leurs parties, il n'y a que ce qui est immédiatement & directement exposé au choc qui fasse effort; le reste ne perd point sa vîtesse, & par conséquent ne contribue point à l'effort; c'est pourquoi l'eau & le vent ne communiquent pas tout d'un coup leur vîtesse actuelle à un mobile: ce n'est qu'après un certain tems, que celui-ci reçoit tout le mouvement qui

IV. LEÇON.

peut lui être transmis : c'est une chose dont il est aisé de se convaincre, en observant les aîles d'un moulin à vent, ou la roue d'un moulin à l'eau, quand elles commencent à se mouvoir.

Fin du premier Volume.

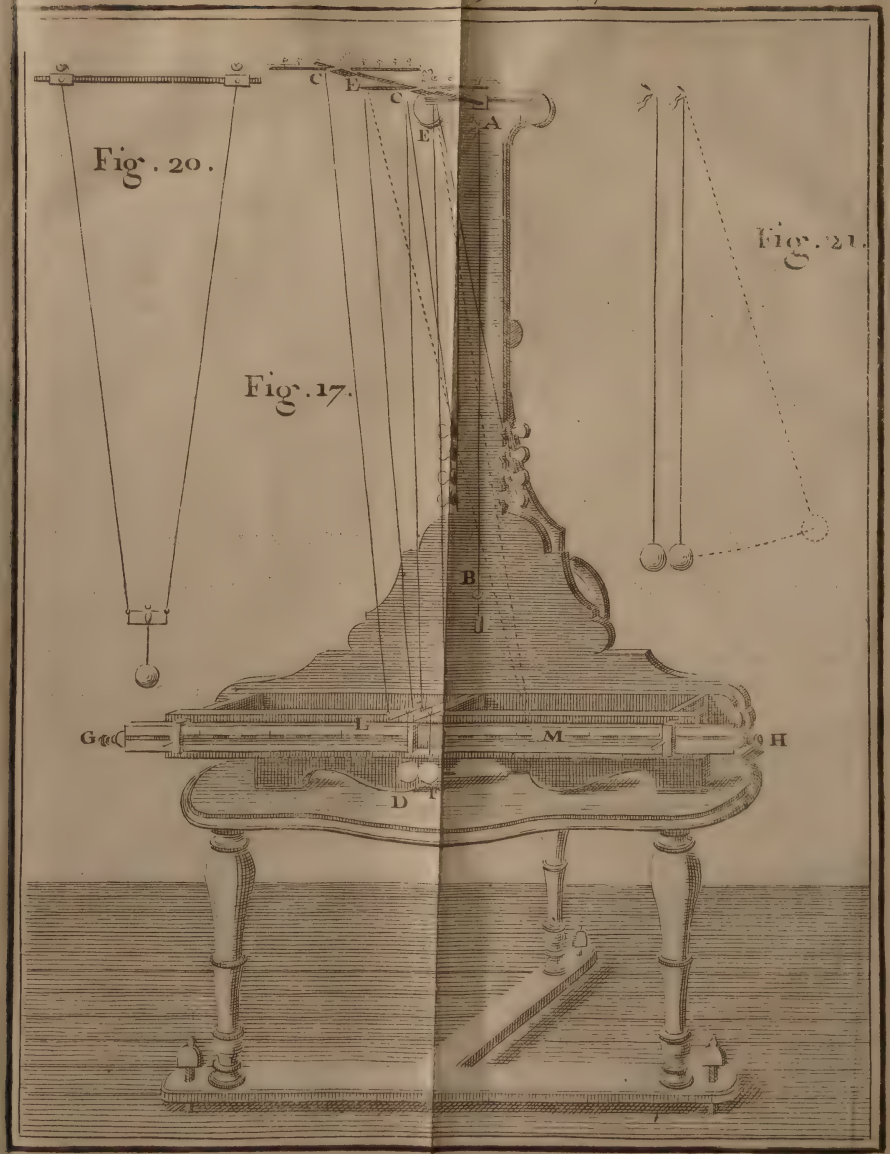


Fig. 20.
Fig. 17.
Fig. 21.
C
E
C
A
E
B
G
L
M
H
D

TABLE
DES MATIERES
Contenues dans le premier Volume.

PRÉFACE. Page. v.
DISCOURS sur les dispositions & sur les qualités qu'il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la Physique expérimentale. xlv.
EXPLICATIONS de quelques termes de Géométrie employés dans cet Ouvrage. xcv.

PREMIERE LEÇON.

PRELIMINAIRE. *Page.* 1.
PREMIERE SECTION. De l'étendue & de la divisibilité des Corps. 5.
PREMIERE EXPERIENCE, qui prouve que la Matière est divisible en un très-grand nombre de parties. 15.
II. EXP. pour prouver la même Proposition par des dissolutions. 19.
III. EXP. qui prouve la même chose par les odeurs. 27.
IV. EXP. qui prouve encore la divisibilité des Corps par les parties colorantes. 33.
Preuves tirées de la ductilité des Métaux, & des procédés qui sont en usage chez les Batteurs & Fileurs d'Or. 35. *& suiv.*
SEC. SECT. De la figure des Corps. 45.
I. EXP. qui prouve que les plus petits grains

de sable sont figurés. 50.
II. Exp. qui prouve que les différens Sels sont composés de parties diversement figurées. 52.
III. Exp. par laquelle on fait voir que les plus petits Insectes diffèrent en figures, autant & plus que les plus grands Animaux. 56.
TROIS. SECT. De la solidité des Corps. 65.
I. Exp. Que les matières les moins compactes sont capables de résister à d'autres Corps. 68.
II. Exp. qui prouve la même chose. 74.

II. LEÇON.

De la porosité, de la compressibilité & de l'élasticité des Corps.

PREMIERE SECT. De la Porosité. 81.
I. Exp. qui prouve la porosité du Bois. 83.
II. Exp. qui fait voir la porosité de la peau des Animaux. 90.
III. Exp. par laquelle on fait voir que la coque des œufs est poreuse. 95.
IV. Exp. qui prouve la porosité du papier, & de plusieurs autres Matières, par les encres de sympathie. 101.
Que la quantité & la figure des pores n'est pas la même en toute matière. Preuves tirées de la Gravûre à l'eau-forte, de la teinture des Marbres & des Vernis. 107. *& suiv.*
SECONDE SECT. De la compressibilité & de l'élasticité des Corps. 115.

I. Exp. qui prouve que l'eau n'eſt pas ſenſiblement compreſſible. 120.
II. Exp. qui prouve la même choſe. 121.
III. Exp. par laquelle on prouve que les Corps ſolides les plus durs ſont ſenſiblement compreſſibles. 127.
De l'élaſticité ou reſſort des Corps. 131.
Remarques ſur les applications qu'on a faites des Corps à reſſort aux Montres, aux Pendules, aux armes à feu, aux Voitures, aux Sons, &c. 131. *& ſuiv.*
Comment les Métaux acquierent du reſſort; les effets de la trempe ſur l'Acier. 138. *& ſuiv.*
Digreſſion ſur les Sens en général. 145. Et en particulier du Toucher. 152. Du Goût. 158. Et de l'Odorat. 165.

III. LEÇON.

De la mobilité des Corps.

Du Mouvement, de ſes propriétés & de ſes loix. 177.
PREM. SECT. de la mobilité des Corps. *ibid.*
I. Exp. pour prouver que la force d'inertie n'eſt pas la même choſe que la peſanteur. 186.
SECONDE SECT. Du Mouvement en général, & de ſes propriétés. 190.
Diſtinction des Forces vives & des Forces mortes. 198.
TROISIEME SECT. Des Loix du Mouvement ſimple. 206.
Premiere Loi du Mouvement ſimple. 207.
Art. I. De la réſiſtance des Milieux. 211.

I. Exp. qui prouve que les milieux réſiſtent en raiſon de leurs denſités. 213.
II. Exp. qui prouve la même choſe. 218.
III. Exp. par laquelle on prouve que la réſiſtance des milieux eſt proportionnelle aux volumes des Corps qui s'y meuvent. 223.
Art. II. De la réſiſtance des Frottemens. 230.
I. Exp. qui fait connoître deux ſortes de Frottemens, fort différens l'un de l'autre. 240.
II. Exp. qui fait voir qu'on doit tenir compte des ſurfaces lorſqu'on veut évaluer les Frottemens. 248.
III. Exp. qui prouve que les Frottemens augmentent beaucoup plus par les preſſions, que par la grandeur des ſurfaces. 252.
Concluſion ſur le Mouvement perpétuel méchanique. 255.

IV. LEÇON.

Suite des Loix du Mouvement ſimple.

Des cauſes qui changent la direction du Mouvement. 259.
Seconde Loi du Mouvement ſimple. 260.
Troiſiéme Loi du Mouvement ſimple. 261.
PREMIERE SECT. Du changement de direction occaſionné par la rencontre d'une matiére fluide. 262.
I. Exp. pour prouver que l'obliquité d'incidence eſt une condition néceſſaire pour la réfraction. 266.
II. Exp. pour prouver qu'il y a réfraction, lorſque

lorſque les milieux ſont différens, & que le Mobile paſſe obliquement de l'un dans l'autre. 272.
III. Exp. qui fait voir que quand l'incidence du Mobile eſt trop oblique, la réfraction ſe change en réflection. 282.
SEC. SECT. Du Mouvement réfléchi. 289.
I. Exp. qui fait voir qu'il n'y a point de Mouvement réfléchi, quand il n'y a point de reſſort dans le Mobile, ou dans le plan qui eſt choqué. 301.
II. Exp. qui prouve que le Mouvement devient réfléchi, quand le Corps choqué, ou celui qui choque, eſt élaſtique. 306.
III. Exp. pour faire voir que l'angle de réflection eſt égal à celui d'incidence. 312.
TROIS. SECT. De la communication du Mouvement dans le choc des Corps. 316.
Art. I. Du choc des Corps non élaſtiques. 322.
I. Propos. Quand un Corps en repos eſt choqué par un autre Corps, la viteſſe du Corps choquant ſe partage entre les deux ſelon le rapport des maſſes. *ibid.*
I. Exp. dans laquelle on emploie des maſſes égales. 323.
II. Exp. dans laquelle le Corps choqué a deux fois autant de maſſe que le Corps choquant. 327.
III. Exp. dans laquelle le Corps choquant a deux fois autant de maſſe que le Corps choqué. 328.
II. Propos. Quand deux Corps, qui ſe meuvent du même ſens avec des viteſſes inégales, viennent à ſe heurter, ſoit que leurs maſſes ſoient égales ou non, ils continuent de ſe mouvoir enſemble, & dans

leur premiere direction, avec une vîteſſe commune, moins grande que celle du Corps choquant, mais plus grande que celle du Corps choqué avant la percuſſion. 333.
I. Exp. avec des maſſes égales, les vîteſſes étant dans le rapport de 3 à 6. 334.
II. Exp. avec des maſſes, l'une double de l'autre, & des vîteſſes qui ſont en raiſon réciproque des maſſes. 336.
III. Exp. dans laquelle l'un des deux Corps ayant une fois moins de maſſe que l'autre, a deux fois autant de vîteſſe que lui. 338.
III. Propos. Si les deux Corps qui doivent ſe choquer, ſe meuvent en ſens directement contraires, le mouvement périra dans l'un & dans l'autre, ou au moins dans l'un des deux; s'il en reſte après le choc, les deux corps iront du même ſens; & la quantité de leur commun mouvement ſera égale à l'excès de l'un des deux avant le choc. 341.
I. Exp. avec deux Corps dont les maſſes & les vîteſſes ſont égales. *ibid.*
II. Exp. avec deux mobiles, dont les quantités de mouvement ſont dans le rapport de 12 à 24. 343.
Corollaire, ou conſéquence des Propoſitions précédentes. 347.
Art. II. Du choc des Corps à reſſort. 349.
I. Propos. Quand un Corps à reſſort va frapper un autre Corps à reſſort qui eſt en repos, ou qui ſe meut du même ſens que lui, celui-ci après le choc, ſe meut dans la direction du Corps qui l'a frappé, & avec une vîteſſe compoſée de celle qui lui a été donnée immédiatement, ou par communication & de celle qu'il acquiert par ſa réaction après le choc; & le Corps choquant dont la

ressort agit en sens contraire, perd en tout, ou en partie, ce qu'il avoit gardé de sa vitesse premiére: & si son mouvement réfléchi excéde le restant de sa vitesse premiere, il rétrogarde suivant la valeur de cet excès. 351.
I. Exp. avec deux mobiles de même masse, & qui ont des ressorts égaux. 352.
II. Exp. avec deux Corps également élastiques, celui qui est choqué ayant une fois moins de masse que l'autre. 354.
III. Exp. avec des corps également élastiques, celui qui choque ayant une fois moins de masse que l'autre. 356.
II. Propos. Si deux Corps élastiques égaux ou inégaux en masse, viennent se heurter avec des vitesses propres qui soient égales ou inégales; après le choc ils se séparent, & leur vitesse respective est la même qu'avant le choc. 363.
I. Exp. avec des boules d'ivoire de même poids, & qui ont des vîtesses égales. 364.
II. Exp. avec des boules d'ivoire, dont les vîtesses & les masses sont inégales. 365.
Corollaires, ou conséquences des Propositions précédentes. 369.

Fin de la Table des Matieres.

19